



UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA

DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CORREDOR CORRIENTES - SANTA ANA

Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

AÑO 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA

DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CORREDOR CORRIENTES - SANTA ANA



Tutor:

- Ing. Rohrman, Hugo Rubén

Asesor:

- Ing. Biain, Rolando Horacio

AÑO 2023

ÍNDICE

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Ubicación Geográfica.....	1
1.3 Historia.....	3
1.4 Fundamentos.....	3
1.5 Objetivos.....	5
1.6 Alcances.....	6
1.7 Materiales.....	6
1.8 Métodos.....	7
1.9 Características de la zona.....	8
1.9.1 Clima.....	8
1.9.2 Geomorfología y topografía.....	9
1.9.3 Suelos.....	10
1.10 Antecedentes en la zona de proyecto.....	10
1.10.1 Ruta RP N°43.....	10
1.10.2 Ruta Nacional N°12 – Travesía urbana por la ciudad de Corrientes.....	11
1.10.3 Duplicación de calzada de la RP N°5.....	15
1.10.4 Ruta RP N°99.....	16
2. ESTUDIOS BÁSICOS.....	17
2.1 Estudios Topográficos.....	17
2.2 Estudios geotécnicos.....	18
2.3 Estudio demográfico.....	22
2.3.1 Método por Ajuste Lineal de la Tendencia Histórica.....	25
2.3.2 Método de la Tasa Geométrica Decreciente.....	26
3. ESTUDIO DE TRÁNSITO.....	28
3.1 Introducción.....	28
3.2 Tipos de tránsito.....	28
3.3 Determinación del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA).....	28
3.4 Valores de TMDA obtenidos para cada ruta.....	29
3.4.1 TMDA de la Ruta Provincial N°5.....	29
3.4.2 TMDA de la Ruta Provincial N°43.....	30

3.4.3	TMDA de la Ruta Nacional N°12.....	31
3.4.4	TMDA de la Ruta Provincial N°99.....	32
3.5	Tasa de crecimiento.....	33
3.5.1	Población.....	33
3.5.2	Parque automotor.....	34
3.5.3	TMDA.....	35
3.5.4	Consumo de combustible.....	35
3.5.5	Tasa de crecimiento total.....	36
3.6	Estimación de TMDA actual.....	37
3.7	Niveles de servicio.....	37
3.8	Tránsito derivado.....	39
3.8.1	RP N°43.....	39
3.8.2	RP N°5.....	41
3.8.3	RN N°12.....	41
3.9	Tránsito generado.....	41
3.9.1	RP N°99.....	41
3.10	Tránsito final.....	42
3.10.1	RP N°99.....	42
3.10.2	RP N°43.....	42
4.	RELEVAMIENTO DE CAMPO.....	44
4.1	Ruta Provincial N°43.....	44
4.1.1	Estado general del camino.....	44
4.1.2	Estado de las alcantarillas.....	47
4.1.2.1	Alcantarilla N°1 – Progresiva 964,50m.....	48
4.1.2.2	Alcantarilla N°2 – Progresiva 1.931,81m.....	49
4.1.2.3	Alcantarilla N°3 – Progresiva 3.060,00m.....	50
4.1.2.4	Alcantarilla N°4 – Progresiva 3.850,00m.....	51
4.1.2.5	Alcantarilla N°5 – Progresiva 4.431,00m.....	52
4.1.2.6	Alcantarilla N°6 – Progresiva 8.550,00m.....	53
4.2	Ruta Provincial N°99.....	54
4.2.1	Estado general del camino.....	54
4.2.2	Estado de las alcantarillas.....	55
4.2.2.1	Alcantarilla N°1 – 1.545,00m:.....	56
4.2.2.2	Alcantarilla N°2 – Prog. 3.042,00m:.....	56
4.2.2.3	Alcantarilla N°3 – Prog. 4.330,00m:.....	57
4.2.3	Barrios privados.....	57
4.3	Ruta Nacional N°12.....	59
4.3.1	Alcantarilla 1 – Prog. 1.032,00m:.....	60
4.3.2	Alcantarilla N°2 – Prog. 1.034m:.....	61
5.	ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	64
5.1	Introducción.....	64

5.2	Anegamientos en la cuenca del río Riachuelo	64
5.3	Análisis en épocas de inundación	65
5.4	Análisis del comportamiento hidrológico de la zona	66
5.5	Análisis y cálculo de los parámetros hidrológicos.....	67
5.5.1	Delimitación de los subsistemas hidrológicos.....	67
5.5.1.1	Subsistema hidrológico 1	68
5.5.1.2	Subsistema hidrológico 2	69
5.5.1.3	Subsistema hidrológico 3	70
5.5.1.4	Subsistema hidrológico 4	71
5.5.1.5	Subsistema hidrológico 5	72
5.5.1.6	Subsistema hidrológico RN N°12	72
5.5.2	Determinación de los tiempos de concentración	73
5.5.3	Tiempo de recurrencia adoptado.....	75
5.5.4	Determinación de la lluvia de diseño	76
5.5.5	Determinación del caudal de diseño.....	79
5.5.5.1	Cálculo de los números de curva (CN).....	81
5.5.5.2	Caudales obtenidos utilizando HEC – HMS.....	82
5.5.5.3	Balance de masa.....	82
6.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	84
6.1	Introducción	84
6.2	Sistemas sobre RP N°43	84
6.2.1	Sistema hidrológico N°1.....	84
6.2.1.1	Alcantarilla N°1 – Progresiva 964,50m.....	84
6.2.1.2	Alcantarilla N°2 – Progresiva 1.931,81m.....	85
6.2.1.3	Cunetas laterales a lo largo del SH-1	86
6.2.2	Sistema hidrológico N°2.....	87
6.2.2.1	Alcantarilla N°3 – Progresiva 3.060,00m.....	87
6.2.2.2	Alcantarilla N°4 – Progresiva 3.850,00m.....	88
6.2.2.3	Alcantarilla N°5 – Progresiva 4.431,00m.....	89
6.2.2.4	Cunetas laterales a lo largo del SH-2	89
6.2.3	Sistema hidrológico N°3.....	89
6.2.3.1	Alcantarilla N°6 – Progresiva 8.550,00m.....	89
6.2.3.2	Cunetas laterales a lo largo del SH-3	90
6.3	Sistemas sobre RP N°99	91
6.3.1	Sistemas hidrológico N°4.....	91
6.3.1.1	Alcantarilla N°1 – 1.545m.....	91
6.3.1.2	Cunetas laterales a lo largo del SH-4	92
6.3.2	Sistemas hidrológico N°5.....	92
6.3.2.1	Alcantarilla N°2 – Prog. 3.042m.....	92
6.3.2.2	Alcantarilla N°3 – Prog. 4.430m.....	93
6.3.2.3	Cunetas laterales a lo largo del SH-5	93
6.4	Diseño final del sistema de alcantarillado.....	93
7.	CÁLCULO Y DISEÑO DE LA RED VIAL.....	95
7.1	Introducción	95

7.2	Método AASHTO.....	95
7.2.1	Pavimentos Flexibles.....	96
7.2.2	Pavimentos Rígidos.....	97
7.3	Ruta Provincial N°43.....	98
7.3.1	Determinación de los ejes equivalentes (ESAL´s)	99
7.3.2	Determinación de la pérdida de serviciabilidad	101
7.3.3	Determinación de la confiabilidad	101
7.3.4	Determinación del desvío estándar.....	102
7.3.5	Determinación del módulo de la reacción de la subrasante	102
7.3.6	Determinación del coeficiente de drenaje.....	103
7.3.7	Cálculo del número estructural	104
7.3.8	Verificación.....	105
7.3.8.1	Diseño y cálculo del refuerzo de pavimento flexible	109
7.3.9	Diseño y cálculo del paquete estructural para el ensanche de calzada.....	109
7.3.10	Diseño y cálculo del paquete estructural para la banquina	111
7.4	Ruta Provincial N°99.....	112
7.4.1	Determinación de los ejes equivalentes (ESAL´s)	113
7.4.2	Determinación de la pérdida de serviciabilidad	115
7.4.3	Determinación de la confiabilidad	115
7.4.4	Determinación del desvío estándar.....	115
7.4.5	Determinación del módulo de la reacción de la subrasante	116
7.4.6	Determinación del módulo de reacción compuesto de la subrasante.....	116
7.4.7	Determinación del módulo efectivo de la subrasante	118
7.4.8	Determinación del módulo elástico medio del hormigón	119
7.4.9	Determinación del módulo de rotura medio del hormigón	120
7.4.10	Determinación del coeficiente de transferencia de cargas “J”	120
7.4.11	Determinación del coeficiente de drenaje “Cd”.....	121
7.4.12	Cálculo del espesor de la losa de hormigón	122
7.4.13	Verificación.....	123
7.4.14	Diseño de juntas	126
7.4.14.1	Juntas transversales de contracción	127
7.4.14.2	Pasadores.....	127
7.4.14.3	Juntas longitudinales de contracción o articulación	129
7.4.14.4	Juntas longitudinales de construcción	130
7.4.14.5	Juntas transversales de dilatación.....	131
7.4.14.6	Juntas transversales de construcción	132
7.4.15	Consideraciones en la elección del paquete	132
7.4.15.1	Bases tratadas con cemento	132
7.4.15.2	Sobreebanco de calzada	133
7.4.16	Paquete estructural propuesto.....	134
7.5	Diseño de intersecciones.....	135
7.5.1	Intersección entre RP N°43 y RP N°99	135
7.5.2	Intersección entre RP N°5 y RP N°99	138
8.	ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL	140
8.1	Introducción.....	140
8.1.1	Siniestros viales en los caminos en estudio.....	140
8.2	Señalización vertical.....	141
8.2.1	Clasificación	141

8.2.1.1	Señales reglamentarias	141
8.2.1.2	Señales preventivas	142
8.2.1.3	Señales informativas	143
8.2.1.4	Señales transitorias.....	144
8.3	Señalización horizontal	145
8.3.1	Clasificación	146
8.3.1.1	Líneas longitudinales	146
8.3.1.2	Líneas transversales	146
8.3.1.3	Símbolos y leyendas.....	147
8.4	Diseño de la señalización de los caminos en estudio.....	147
8.4.1	Señalización RP N°43	148
8.4.2	Señalización RP N°99	151
8.4.3	Señales verticales	153
8.4.3.1	Señales reglamentarias	153
8.4.3.2	Señales preventivas	156
8.4.3.3	Señales informativas	160
8.4.4	Señales horizontales	161
8.4.5	Semaforización	164
8.4.5.1	Progresiva 1+150 m	164
8.4.5.2	Progresiva 1+930 m	165
8.4.5.3	Progresiva 2+620 m	165
8.5	Diseño de la iluminación de los caminos en estudio	166
8.5.1	Cálculos.....	166
8.5.1.1	Determinación del nivel de iluminancia media (Em)	166
8.5.1.2	Disposición de las luminarias	168
8.5.1.3	Determinación del factor de mantenimiento o conservación (Fm).....	168
8.5.1.4	Cálculo del factor de utilización (η)	168
8.5.1.5	Verificación.....	168
8.5.1.6	Alumbrado adoptado.....	168
8.5.2	Criterios de diseño	169
8.5.2.1	RP N°43	169
8.5.2.2	RP N°99	174
9.	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO.....	177
9.1	Costo de la mano de obra	177
9.2	Rendimiento de la maquinaria y mano de obra.....	177
9.3	Ítems	178
10.	RECOMENDACIONES.....	181
10.1	Demografía y uso del suelo	181
10.2	Estudio de suelo	181
10.3	Capacidad de almacenamiento de las lagunas y esteros.....	181
10.4	Verificación de valores de caudales obtenidos.....	181

10.5	Influencia del entorno del proyecto	181
10.6	Diseño de la calzada de la RP N°99	181
10.7	Intersección de la RP N°99 y la Av. Raúl Alfonsín.....	182
10.8	Intersección entre la RP N°99 y la RP N°5.....	182
10.9	Diseño geométrico.....	182
10.10	Semaforización.....	182
11.	IMÁGENES ILUSTRATIVAS	183
12.	ANEXOS.....	191
12.1	Anexos Estudio de tránsito	191
12.1.1	Tabla de coeficientes de estacionalidad horaria.....	191
12.1.2	Tabla de coeficientes de estacionalidad diaria.....	191
12.1.3	Tabla de coeficientes de estacionalidad mensual.....	192
12.1.4	Curva de coeficientes de estacionalidad horaria	192
12.1.5	Curva de coeficientes de estacionalidad diaria	193
12.1.6	Curva de coeficientes de estacionalidad mensual	193
12.1.7	Nivel de servicio actual – RP N°43	194
12.1.8	Nivel de servicio futuro (25 años) – RP N°43.....	197
12.2	Anexos Estudios hidrológicos	200
12.2.1	Cálculo hidrológico del SSH1	200
12.2.1.1	Tiempo de concentración.....	200
12.2.1.2	Lluvia de diseño.....	201
12.2.1.3	Obtención del CN	202
12.2.1.4	Caudal de diseño.....	202
12.2.2	Cálculo hidrológico del SSH2.....	203
12.2.2.1	Tiempo de concentración.....	203
12.2.2.2	Lluvia de diseño.....	205
12.2.2.3	Caudal de diseño.....	208
12.2.3	Cálculo hidrológico del SSH3	210
12.2.3.1	Tiempo de concentración.....	210
12.2.3.2	Lluvia de diseño.....	211
12.2.3.3	Obtención del CN	212
12.2.3.4	Caudal de diseño.....	212
12.2.4	Cálculo hidrológico del SSH4.....	213
12.2.4.1	Tiempo de concentración.....	213
12.2.4.2	Lluvia de diseño.....	214
12.2.4.3	Obtención del CN	215
12.2.4.4	Caudal de diseño.....	215
12.2.5	Cálculo hidrológico del SSH5.....	216
12.2.5.1	Tiempo de concentración.....	216
12.2.5.2	Lluvia de diseño.....	216
12.2.5.3	Caudal de diseño.....	218
12.3	Anexos Cálculos hidráulicos.....	220
12.3.1	Alcantarilla RP N°43 – Progresiva 964,50 m.....	220
12.3.2	Alcantarilla RP N°43 – Progresiva 8.576,39 m.....	223

12.3.3	Alcantarilla RP N°99 – Progresiva 1.730,00 m.....	227
12.4	Anexos del diseño de la red vial.....	232
12.4.1	Cálculo del paquete estructural de la RP N°43 según Método AASHTO.....	232
12.4.2	Cálculo del paquete estructural de la banquina de la RP N°43 según Método AASHTO.....	233
12.4.3	Cálculo del paquete estructural de la RP N°99 según Método AASHTO.....	234
12.4.4	Cálculo del paquete estructural de la RP N°99 según Método PCA.....	235
12.5	Planos.....	238
12.5.1	Plano 1: Localización del proyecto.....	238
12.5.2	Plano 2: Mapa hidrodinámico con zonas de interés marcadas.....	238
12.5.3	Plano 3: Delimitación de subsistemas hidrológicos.....	238
12.5.4	Plano 4: Subsistemas Hidrológicos.....	238
12.5.5	Plano 5: Subsistema Hidrológico 1.....	238
12.5.6	Plano 6: Subsistema Hidrológico 2.....	238
12.5.7	Plano 7: Subsistema Hidrológico 3.....	238
12.5.8	Plano 8: Subsistema Hidrológico 4.....	238
12.5.9	Plano 9: Subsistema Hidrológico 5.....	238
12.5.10	Plano 10: Subsistema Hidrológico RN N°12.....	238
12.5.11	Plano 11: Alcantarilla O – 41211 – I (DNV).....	238
12.5.12	Plano 12: Alcantarillado del proyecto.....	238
12.5.13	Plano 13: Paquete estructural RP N°43.....	238
12.5.14	Plano 14: Planialtimetría RP N°43.....	238
12.5.15	Plano 15: Paquete estructural RP N°99.....	238
12.5.16	Plano 16: Planialtimetría RP N°99.....	238
12.5.17	Plano 17: Interseccion RP N°43 con RP N°99.....	238
12.5.18	Plano 18: Interseccion RP N°99 con RP N°5.....	238
12.5.19	Plano 19: Señalización horizontal prog. 2+618 m.....	238
12.6	Anexo Cómputo y Presupuesto.....	238

1. Generalidades del proyecto

1.1 Introducción

En los últimos años, el Área Metropolitana del Gran Corrientes se ha expandido como consecuencia del avance de Corrientes sobre los municipios aledaños; entre los que se encuentra Santa Ana de los Guácaras.

Como consecuencia del avance es necesario reforzar la infraestructura de la zona para fomentar el crecimiento en la periferia de la ciudad.

En este trabajo se plantea el objetivo de mejorar la infraestructura vial del corredor de la zona en estudio, y una vez definida la problemática, se optará por la solución técnica que mejore la transitabilidad, seguridad, calidad de vida y la consecuente reducción del costo operativo de viaje de los usuarios.

1.2 Ubicación Geográfica

La provincia de Corrientes es una de las 23 provincias que integran la República Argentina, situada en la región noreste de la misma, y en la denominada región mesopotámica. Su capital es Corrientes, ubicada al noroeste de la misma, indicada en la Figura 2.

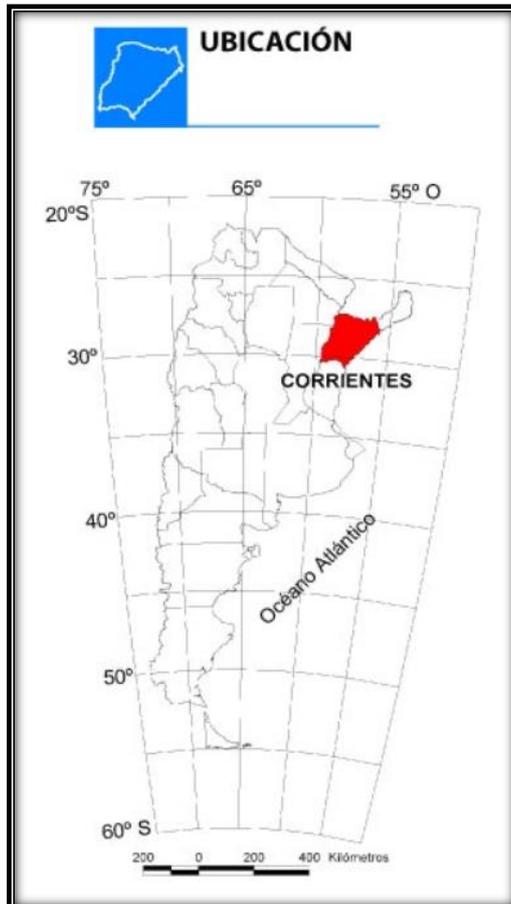


Figura 1. Ubicación geográfica de Corrientes (Fuente: INTA, 2008).

Su territorio abarca una superficie de 88.199 km². Está rodeada por los ríos Paraná (al norte y oeste) y Uruguay (al este).

Los límites de la provincia de Corrientes son:

- Al norte con Paraguay.
- Al sur con Entre Ríos.
- Al este con Misiones, Brasil y Uruguay.
- Al oeste con Santa Fe y Chaco.

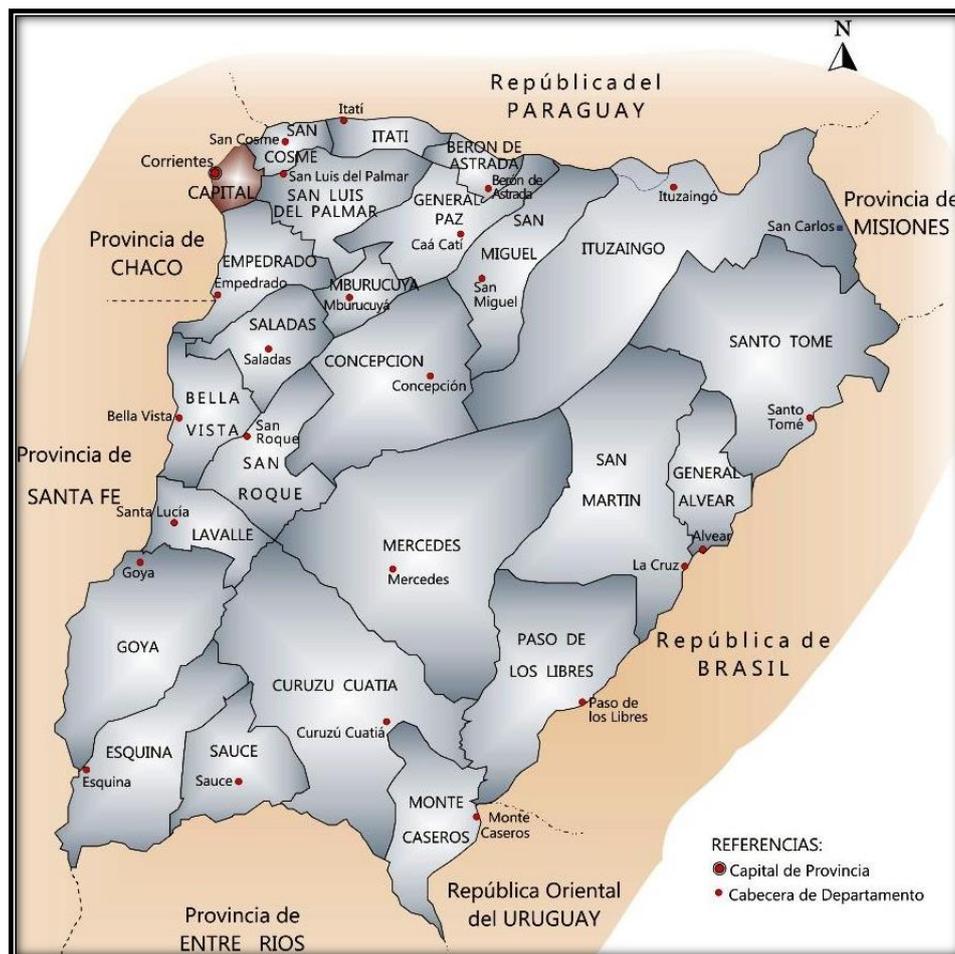


Figura 2. División política de Corrientes (Fuente: INTA, 2008).

La división política de la provincia está demarcada por veinticinco departamentos (Figura 2). A su vez, estos se dividen en Municipios.

Santa Ana de los Indios Guácaras es una localidad de Corrientes, ubicada a 20 kilómetros de la capital, perteneciente al departamento de San Cosme. Forma parte del conglomerado urbano Gran Corrientes (Plano N°1).

1.3 Historia

Corrientes fue fundada por Juan Torres de Vera y Aragón el 3 de abril de 1588 con el nombre de San Juan de la Vera de las Siete Corrientes, con la intención de que esta sirva de estación de paso entre Asunción (Paraguay) y Buenos Aires, para dotar de mejor respaldo a la colonización de las tierras que se extienden entre el río de la Plata y el Paraguay.

La zona era habitada por los aborígenes guaraníes, los cuales poseían una cultura propia muy marcada y diferente a la de los fundadores.

Luego de años de disputas entre las tribus que habitaban y los conquistadores, finalmente se crea la provincia de Corrientes en 1814, reconociendo a Corrientes como su capital.

Finalizados los conflictos bélicos, el 24 de abril de 1855 se establece el régimen municipal, se instala el Congreso General Constituyente y se sanciona la Constitución Provincial.

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, se fundaron numerosos pueblos y colonias que se asentaron de manera definitiva.

Desde ese momento ha ido aumentando su población hasta convertirse en una de las ocho provincias en cuya capital se aglutina entre 30 y 50 por ciento de la población total de la provincia.

Santa Ana fue fundada en 1621 como una reducción gobernada por los frailes franciscanos, que se pobló con nativos guácaras.

Recién en 1826 el pueblo se organizó urbanísticamente con la llegada del ferrocarril El Económico, lo que produjo un cierto auge comercial en torno al Ingenio Azucarero Primer Correntino.

Durante las últimas décadas sufrió un gran crecimiento poblacional debido a la migración de residentes de la capital correntina hacia esta localidad, motivado por la dificultad para obtener parcelas residenciales dentro de la capital y la tendencia de los terratenientes por elegir lotear sus tierras para la venta en vez de explotarlos mediante la agricultura o ganadería.

Debido a esta estrecha relación de la población entre ambas localidades, con el pasar de los años, Santa Ana fue mutando a funcionar casi como un barrio periférico ubicado a las afueras de Corrientes, donde las personas residen en Santa Ana pero realizan la mayoría de sus actividades diarias en la Capital.

1.4 Fundamentos

El anteproyecto de pavimentación se fundamenta en la saturación de la red vial, la cual está compuesta por la RP N°5, RN N°12, RP N°43 y RP N°99 (*Figura 3*).

También se buscará mejorar la calidad del transporte público de la zona, ya que actualmente el recorrido de la línea 109 A transita por la RP N°43 (*Figura 4*) y teniendo en cuenta la propuesta de pavimentación de la RP N°99, podría extenderse o modificarse el recorrido por la misma, conectando los diferentes barrios afectados.

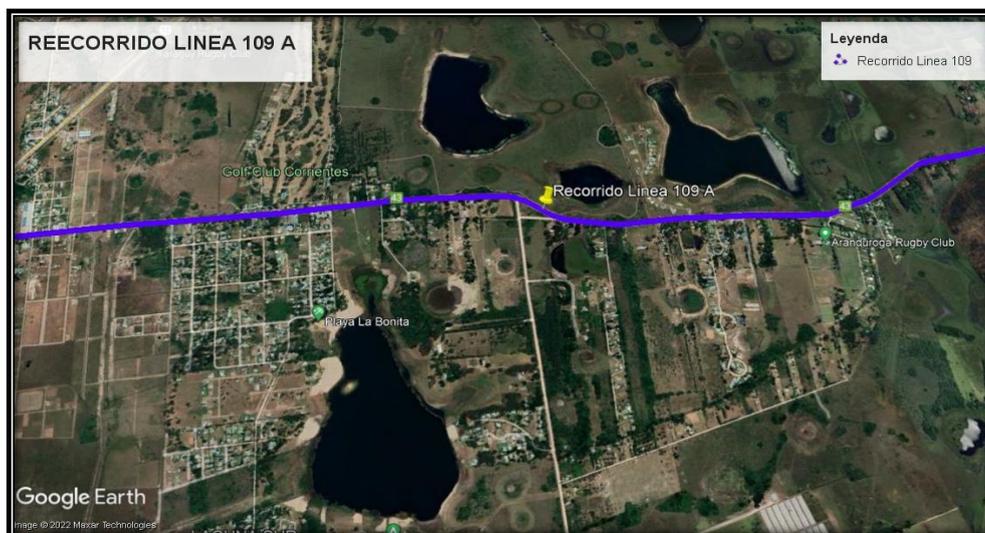


Figura 4. Recorrido línea de colectivo 109 sobre RP N°43 (Fuente: Google Earth - 2017)

El anteproyecto busca generar nuevas vías de circulación que permitan brindar seguridad y confort a los usuarios debido al gran crecimiento de Corrientes hacia la zona en estudio, generando así, nuevas posibilidades de descongestionamiento y conectando de una mejor manera los barrios aledaños.

Se estudiarán los aspectos que refieren a la señalización e iluminación de la RP N°43, la cual posee radios de curvas pequeños, presencia de curvas seguidas de contra curvas y ancho de calzada reducido. En este aspecto, el objetivo principal es la reducción de la cantidad de accidentes y una circulación más segura para los usuarios.

1.5 Objetivos

El siguiente trabajo posee el alcance de un anteproyecto y consiste en proporcionar y mejorar la infraestructura vial de la zona en estudio con los siguientes objetivos:

- Estudio y planificación del corredor Corrientes – Santa Ana;
- Mejoramiento de la calzada de RP N°43 con el fin de aumentar el nivel de servicio del camino;
- Realizar un análisis sobre la seguridad vial de la RP N°43 y agregar todos los elementos de seguridad e iluminación necesarios;
- Pavimentación de la RP N°99;
- Diseño de la intersección entre la RP N°43 y RP N°99;
- Diseño de la intersección entre la RP N°99 y RP N°5.

1.6 Alcances

El mejoramiento de la infraestructura de la RP N°43 se desarrolla en la traza completa, con una longitud de 9,10 km iniciando en la intersección de la RN N°12 y finalizando en el ingreso a Santa Ana.

Se estudiarán y proyectarán sobre la traza existente las modificaciones necesarias para cumplir con los objetivos del anteproyecto, involucrando aspectos tales como señalización, iluminación, ancho de calzada y paquete estructural, en función del volumen de tránsito de diseño.

En cuanto a la pavimentación de la RP N°99, tiene una longitud total de 4,43 km iniciando en la RP N°43 y finalizando en la RP N°5, la misma se analizará y estudiará sobre la traza existente el paquete estructural necesario en función del volumen de tránsito y los datos topográficos disponibles; además se implementará la señalización e iluminación necesaria.

Se realizará la adecuación hidráulica definiendo los sistemas hidrológicos existentes, con el fin de diseñar las obras de arte a lo largo de la traza del camino.

En la RP N°43 será necesario realizar la verificación de las alcantarillas existentes debido al cambio en uso de suelo que sufrió el sistema hidrológico en esa zona generados por rellenos de lagunas o elevaciones de terreno para la construcción de barrios privados o casas particulares.

Se proyectarán garitas y dársenas de colectivo en la zona descripta, siempre y cuando exista esta necesidad sobre la traza del proyecto, tanto en la RP N°43 y la RP N°99.

En los cruces e ingresos se diseñarán dársenas de aceleración y desaceleración para evitar interrupciones en el flujo del tránsito generadas por usuarios que intenten realizar la maniobra de giro a la izquierda, además de aumentar la seguridad en las maniobras de los usuarios que se acoplen al flujo de RP N°43 desde caminos laterales.

1.7 Materiales

Para la realización de este anteproyecto será necesario acceder a información complementaria que se usará como apoyo del diseño adoptado:

- Volumen de tránsito;
 - Estudios de suelos;
 - Topografía (perfil de la traza y curvas de nivel);
 - Imágenes satelitales para el análisis del sistema hidrológico compuesto por lagunas, y su comportamiento en épocas de crecidas;
 - Registro de accidentes automovilísticos y su ubicación puntual dentro de la traza;
-

- Registro demográfico de la zona en análisis.

En primer lugar, sobre la RP N°43 existe un anteproyecto realizado por una consultora en 2020 que plantea un ensanche de la calzada de la misma; este fue analizado por DPV y se sugirieron modificaciones mediante una auditoría de seguridad vial sobre el proyecto.

Para el presente anteproyecto se utilizará la información relevada sobre el estado actual de la ruta y los datos de tránsito, luego se realizará un análisis propio sobre el proyecto, modificando todos los aspectos necesarios para lograr el objetivo buscado.

Sobre la RP N°99 se realizará el diseño de la misma partiendo desde la condición actual en la que se encuentra; se estudiará detalladamente el volumen del tránsito existente, el que podría derivarse de la RP N°43 y una proyección a futuro.

El análisis de la derivación del tránsito será global en la red vial encerrada por RP N°43, RP N°5 y RN N°12, por lo tanto, no se descarta una posible solución o mejoramiento sobre Av. Raúl Alfonsín si se considera necesario.

También se analizarán los sistemas hidrológicos en la zona, para posteriormente, realizar una verificación de todo el sistema de drenaje existente y luego plantear las soluciones técnicas más convenientes.

1.8 Métodos

Dentro de los métodos utilizados para los cálculos a realizar, se encuentran:

- Método de la PCA para cálculo de pavimentos rígidos;
- Método de la AASHTO para cálculo de pavimentos flexibles y rígidos;
- Metodología para el cálculo del nivel de servicio del manual de capacidad (HCM);
- Métodos propuestos por el manual de señalamiento horizontal y vertical de la DNV;
- Métodos propuestos por la guía para la realización de auditorías viales de la DNV;
- Método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) para el cálculo de las abstracciones de los sistemas hidrológicos, en función del tipo de uso de suelo;
- Metodología para describir el comportamiento hidráulico de las alcantarillas en función de la ubicación de la sección de control;
- Modelo de evaluación hidrológica a paso mensual para verificar un adecuado saneamiento en los terrenos rurales lindantes a la traza del camino;
- Método racional para la transformación de lluvia en caudal siempre y cuando las características de las cuencas se encuentren dentro de los límites del método;

- Método de Kirpich en conjunto con el método de onda cinemática para el cálculo del tiempo de concentración de las cuencas.

1.9 Características de la zona

1.9.1 Clima

El clima es cálido sin estación seca, con precipitaciones medias anuales entre 1300 y 1400 mm concentrándose las mismas mayormente en las estaciones de primavera y verano.

Presenta características mediterráneas, con veranos calurosos e inviernos con bajas temperaturas, pero algunas temporadas con períodos secos. Las temperaturas medias en invierno rondan los 10°C (julio) y en verano los 46°C (enero) y la temperatura media anual es de 21°C.

Los vientos en el verano son cálidos y provenientes desde Brasil, en cambio, en el invierno son predominantes los vientos fríos desde la Patagonia. Las heladas son poco frecuentes con 320 a 360 días libres de heladas.

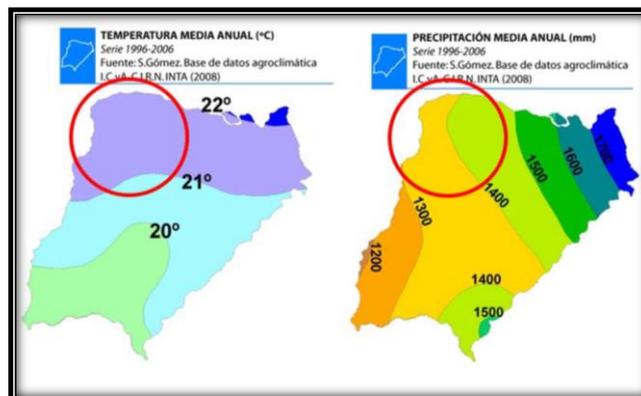


Figura 5. Temperaturas y precipitaciones medias anuales (Fuente: INTA, 2008)

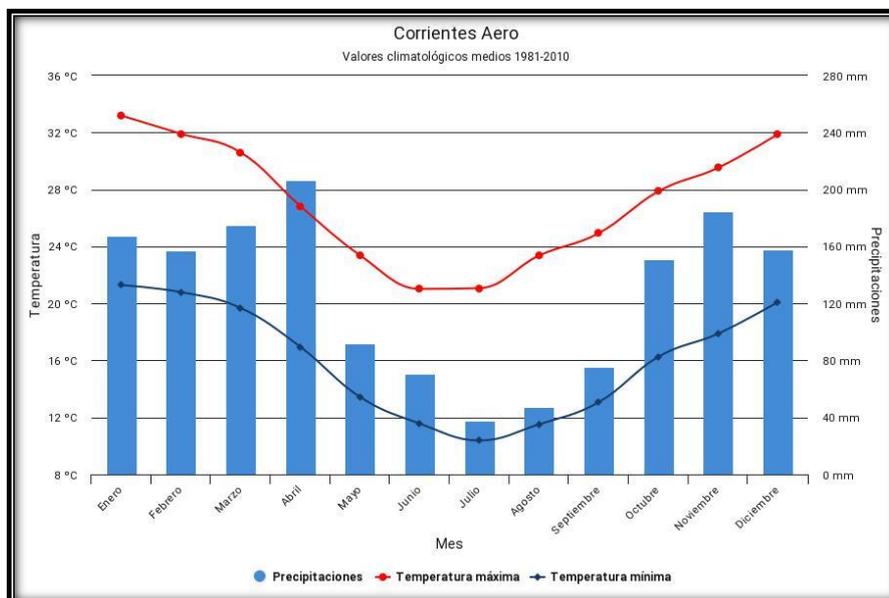


Figura 6. Valores climatológicos medios anuales (Fuente: SMN, 1981 - 2010).

1.9.2 Geomorfología y topografía

Corrientes forma parte de la llanura Mesopotámica y se puede dividir en ocho grandes unidades geomorfológicas:

- Albardón y planicie del Paraná.
- Lomadas arenosas, planicies y depresiones.
- Colinas y llanuras onduladas del NE.
- Depresión iberiana.
- Malezas del Iby-bai.
- Cuchillas mesopotámicas.
- Valle actual del río Paraná.
- Terrazas del río Uruguay.

En el mapa de áreas geomorfológicas de la provincia (*Figura 7*) se puede ver que la zona en estudio se encuentra emplazada en la región 1, que corresponde al grupo de albardón y planicie del Paraná.



Figura 7. Mapa geológico de Corrientes (Fuente: INTA, 2008)

Se trata de una zona de relieve plano con escasa pendiente hacia el sur, dominada por áreas deprimidas de deficiente drenaje, como ser bañados, esteros y cañadas.

Topográficamente la zona tiene baja amplitud de relieve (unos 20 metros entre sus cotas extremas: 51 y 70 msnm., según el mapa morfométrico presente en la *Figura 8*) predominando el aspecto de extensas planicies.

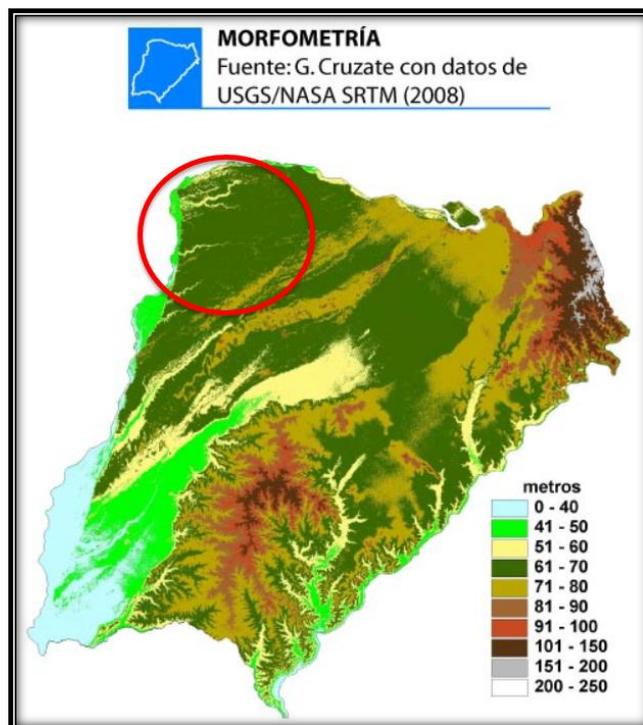


Figura 8. Mapa morfométrico de Corrientes (Fuente: INTA, 2008)

1.9.3 Suelos

En Corrientes se presenta una heterogeneidad de suelos debido a que 60% de su superficie está sometida a excesos hídricos, lo que impacta directamente en la aptitud de sus tierras.

Sin embargo, entre los más comunes se destacan suelos ácidos, de franco arenosos a franco-arcillo-limosos y con drenaje imperfecto y suelos salino-sódicos de ph elevado.

El uso en general de estas tierras es ganadero extensivo sobre campo natural y en menor proporción, arrocero en sectores vecinos al Paraná. En los sectores más altos los suelos se utilizan para tareas agrícolas.

Los suelos de aptitud ganadera reúnen 57,25% de la superficie de la zona, los agrícolas 34,58% y 8,17% restante es no apto para la actividad agropecuaria (*Fuente: INTA*).

1.10 Antecedentes en la zona de proyecto

1.10.1 Ruta RP N°43

Actualmente no se encuentra en construcción ninguna mejora u otro proyecto sobre esta ruta. Los antecedentes encontrados sobre la misma son dos:

- Un anteproyecto realizado por una consultora a pedido de la Dirección Provincial de Vialidad de Corrientes en 2020 que plantea “Ensanche, repavimentación de calzada y pavimentación de banquina de la RP N°43”
- Una “Auditoría de Seguridad Vial” realizada por la DPV en la cual se analizan todos los potenciales problemas del proyecto que podrían causar accidentes y sobre los problemas que pudieran afectar la seguridad de la circulación vial en general. En ese informe se detallan recomendaciones para cada una de las partes del proyecto que no cumple con los requerimientos que exige la DPV.

Estos dos informes se utilizarán como base para recolectar la información necesaria sobre la zona, realizando todos los cambios necesarios sobre el anteproyecto.

1.10.2 Ruta Nacional N°12 – Travesía urbana por la ciudad de Corrientes

El proyecto consta de la duplicación de calzada, junto con la construcción de colectoras e intersecciones de distintos tipos en los cruces con mayor volumen de tránsito que se encuentran sobre la RN N°12 (*Figura 9*).



Figura 9. Traza de la intersección RN N°12 y RP N°43 (Fuente: DPV, 2017)

Es de interés el diseño elegido para la intersección con la RP N°43, donde se busca materializar el proyecto.

La intersección se trata de una a alto nivel del tipo “diamante” donde los vehículos que circulan sobre la RN N°12 pueden desviarse hacia la RP N°43 con dirección a Santa Ana o al centro de Corrientes (*Figura 10*).

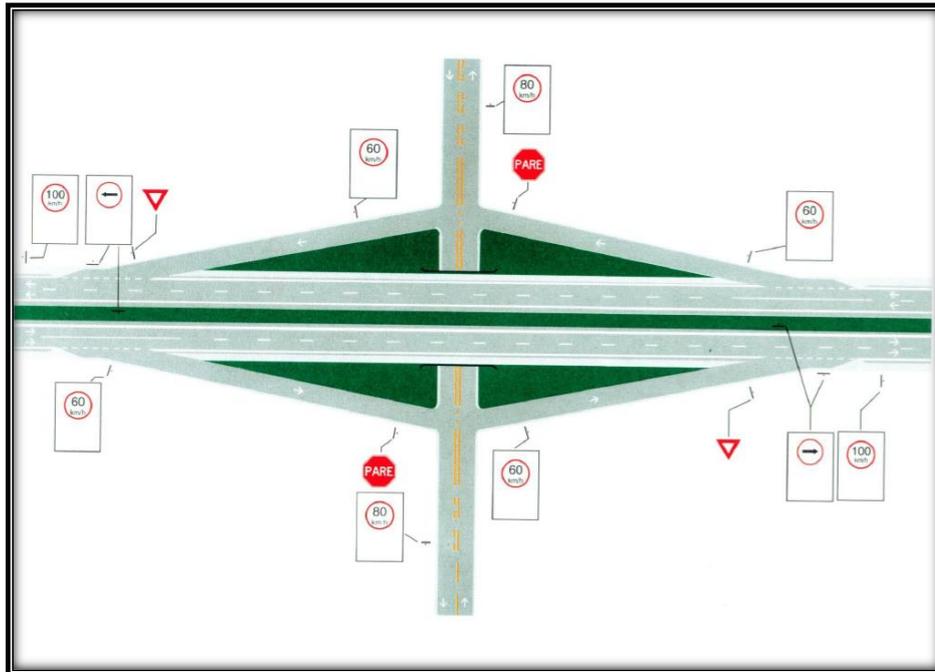


Figura 10. Diseño elegido para la intersección a DN sobre RN N°12 (Acceso a Santa Ana)
(Fuente: Manual de carreteras, 2020)

Considerando que el proyecto de la RN N°12 ya se encuentra en etapa de construcción, se pondrá foco directamente sobre la RP N°43, RP N°99 y los alrededores involucrados, vinculándolo sin realizar ninguna modificación a la intersección.

Otra intersección que tiene influencia, es con Av. Centenario (continuación de Av. Raúl Alfonsín), ya que esta podría ser una de las vías de derivación del tránsito que circule por RP N°99 con dirección al centro de Corrientes.

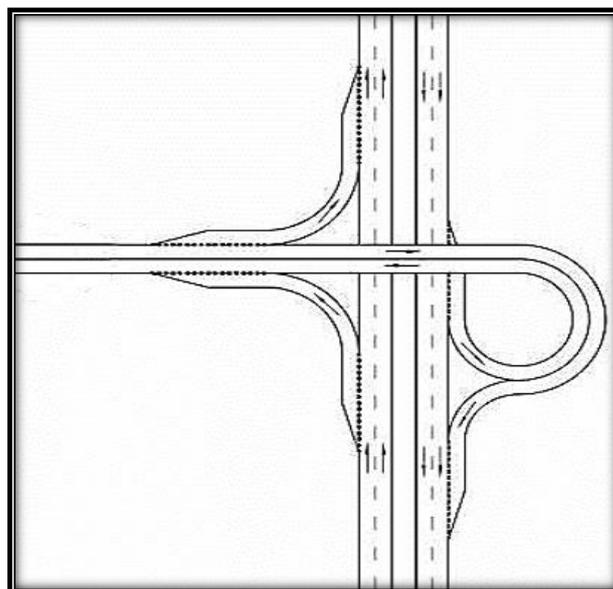


Figura 11. Intersección DN tipo "Trompeta" (Fuente: Manual de carreteras, 2020).

La intersección es del tipo “trompeta” a distinto nivel (*Figura 11*) donde los vehículos que circulan sobre la RN N°12 pueden desviarse hacia la Av. Raúl Alfonsín en el sentido este – oeste que se dirige hacia el centro de la ciudad.



Figura 12. Diseño elegido para la intersección a DN sobre RN N°12 (Acceso a Av. Centenario) (Fuente: DPV, 2017).

Este diseño genera inconvenientes para el traslado de la población perteneciente a los barrios lindantes a la Av. Raúl Alfonsín, ya que los vehículos que salen de dicha avenida hacia la colectora de RN N°12 y quieren dirigirse hacia el centro de la ciudad no pueden hacerlo directamente, sino que deben dirigirse hacia el norte hasta el siguiente intercambiador o intersección que le permita cruzar la RN N°12 para dirigirse hacia el centro (*Figura 13*).

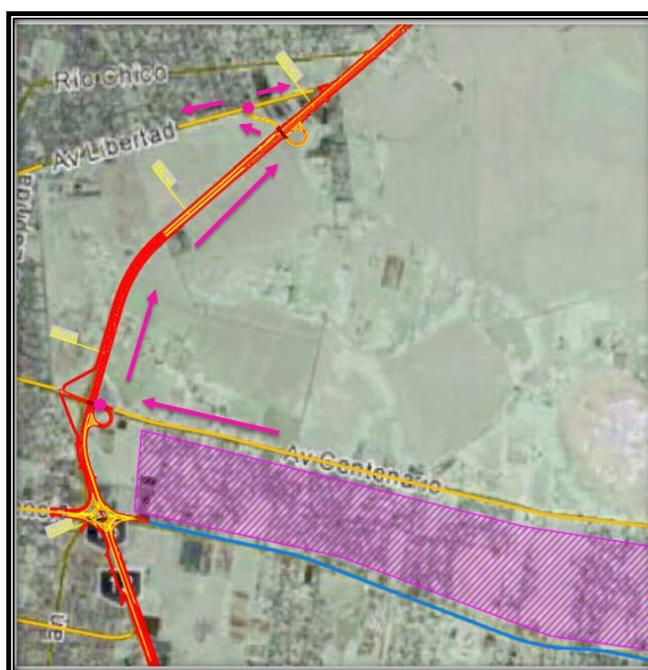


Figura 13. Recorrido que debe realizar la población perteneciente a los barrios mencionados para dirigirse al centro de la ciudad (Fuente: DPV, 2017).

La intersección inmediata es la de Av. Libertad que se encuentra a 3 km, si su destino es compatible para ingresar a la ciudad por esta avenida. En cambio, si los conductores quisieran incorporarse a la RN N°12 para circular en el sentido norte – sur deben dirigirse hasta la intersección con la RP N°43 (Acceso a Santa Ana) para retomar en ese intercambiador y dirigirse a su destino.

La elección del diseño de la intersección no es compatible con el crecimiento de la población hacia el sector este, involucrando los barrios Perichón, Sapucay, Laguna Brava, Santa Rita, Collantes y Cremonte.

Una intersección de tipo “Diamante” permitiría el cruce directo de la Av. Raúl Alfonsín sobre la RN N°12 a distintos niveles y beneficiaría la conectividad de la red vial.

Considerando que el proyecto de RN N°12 ya se encuentra en etapa de construcción, se buscarán alternativas para la derivación del tránsito desde RP N°99 hacia el centro.



Figura 14. Posibles recorridos realizados por los usuarios al desviarse por RP N°99 hacia el centro (Fuente: Google Maps, 2022).

Como se observa en la *Figura 14* existen dos posibilidades de desvío hacia RP N°5: una sería que los conductores giren a la derecha, retomen Av. Raúl Alfonsín y luego se dirijan hacia alguna de las calles con salida a RP N°5, la otra que sigan por RP N°99 hasta el cruce con RP N°5 y desde que puedan dirigirse al casco céntrico.

En este caso, se decide darle mayor importancia a la segunda opción por dos motivos:

- Primero, el desvío por Av. Raúl Alfonsín se trata de una zona muy urbanizada, por tanto existe mayor tránsito e interacción con peatones;
- Segundo, la intersección entre RP N°99 y RP N°5 no se encuentra dentro de ninguno de los proyectos mencionados, por lo tanto, se podrá decidir la solución más favorable para que incentive a los usuarios a desviarse por esa vía.

De la misma forma, se analizó el tránsito que circula por RP N°5 en dirección oeste (hacia el centro) y quiere dirigirse a RN N°12 en dirección hacia el norte (Paso de la Patria, Itatí, San Cosme, etc.).

Los usuarios podrían desviarse por RP N°99 y RP N°43 para evitar toda la zona urbanizada de RP N°5 y RN N°12, de esta forma las rutas analizadas en el presente proyecto funcionarían como una circunvalación.



Figura 15. Recorrido alternativo por RP N°99 y RP N°43 (Fuente: Google Earth, 2017).

1.10.3 Duplicación de calzada de la RP N°5

El tramo del proyecto va desde la RN N°12 en la progresiva 0+000 m hasta la intersección de la RP N°99 – control Laguna Brava, progresiva 5+864 m.



Figura 16. Intersección RP N°5 y RP N°99 (Fuente: Google Earth – Street view, 2018)

Actualmente la RP N°5 cuenta con una tipología de camino rural perteneciente a la red vial provincial.

Es necesario tener en cuenta el crecimiento de la urbanización y el intenso tránsito diario que genera congestiones permanentes.

El objetivo del proyecto es reformular las condiciones actuales del camino existente para aumentar la capacidad vehicular, mejorar la seguridad peatonal y evitar los altos índices de siniestralidad.

El tramo de interés de este proyecto es la intersección de la RP N°5 y la RP N°99 e ingreso a Laguna Brava.

Se evaluarán las diferentes alternativas de intersección que podrían materializarse en dicho lugar para garantizar una mejor seguridad de los usuarios.

1.10.4 Ruta RP N°99

Sobre esta ruta no existe ningún proyecto planteado para mejorar la transitabilidad de la misma, por tanto, se iniciará en la recolección de datos topográficos y toda la información básica necesaria para el análisis del camino con el objetivo de lograr la mejor solución técnica.

2. Estudios básicos

2.1 Estudios Topográficos

Los estudios topográficos fueron realizados por la Dirección Provincial de Vialidad, que luego de procesarlos con los programas AutoCAD y Civil3D, servirán para obtener los perfiles transversales, planimetría y planialtimetría de la traza.

Para el caso de la RP N°43 los datos topográficos se extrajeron del anteproyecto “Ensanche, repavimentación de calzada y pavimentación de banquina en RP N°43” de la DPV.

En cuanto a la RP N°99, las curvas fueron recopiladas de diferentes fuentes debido a la escasa existencia de relevamientos en dicha zona y a la poca precisión de la información disponible.

Se obtuvieron dos familias de curvas de nivel, una de ellas brindada por la Administración de Obras Sanitarias de Corrientes (AOSC) y otra por Aguas de Corrientes SA.

La familia de curvas de la AOSC abarca la mayor parte del área requerida para la confección de la traza del perfil topográfico de la RP N°99 con una equidistancia de 1 m entre curvas sucesivas. Sin embargo carecen de información de la intersección entre RP N°43 y RP N°99, uno de los puntos a ser analizados dentro de este trabajo.



Figura 17. Curvas de nivel brindadas por la AOSC (Fuente: AOSC, 2018)

Por dicho motivo, se recurrió a las curvas brindadas por Aguas de Corrientes SA, las cuales tienen una equidistancia de 4 m entre curvas, pero considerando la falta de datos en dicha zona y el reducido espacio que afecta la inexistencia de curvas de nivel, se tomaron dichos datos como válidos para el alcance de este proyecto.

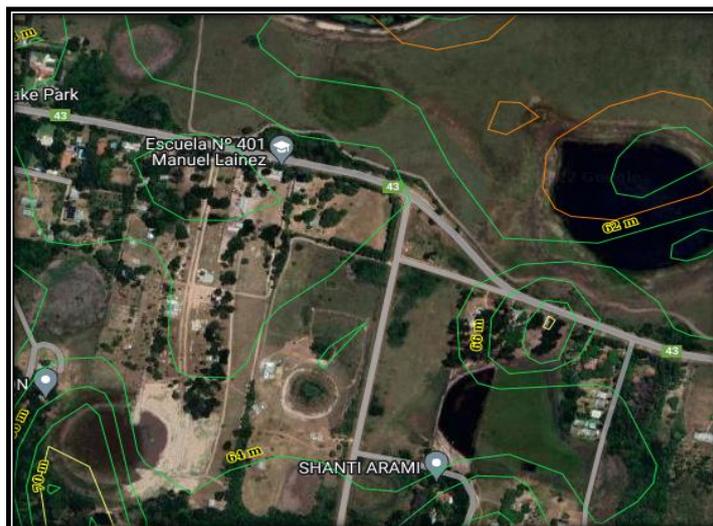


Figura 18. Curvas de nivel brindadas por Aguas de Corrientes SA (Fuente: Aguas de Corrientes, 2020)

2.2 Estudios geotécnicos

Se obtuvo dicha información a partir de los estudios realizados para el proyecto “RN N°12 - Travesía urbana por la ciudad de Corrientes” los cuales fueron necesarios para el diseño de la fundación de las pilas que conforman la intersección a distinto nivel en el acceso a Santa Ana, los mismos fueron realizados por la empresa SIGMA SA (2016).



Figura 19. Zona de estudio de la información (Fuente: Informe del estudio de suelo realizado por SIGMA SA, 2016)

Se realizaron dos ensayos de penetración estándar tipo SPT, con extracción de muestras a cada metro de profundidad, identificado como P1 y P2, ambas a una profundidad de 25,6m.



Figura 20. Ubicación de ambas extracciones (Fuente: Informe del estudio de suelo realizado por SIGMA SA, 2016)

En las siguientes imágenes se observan los trabajos de extracción realizados para el estudio:



Figura 21. Extracción de la muestra P1 (Fuente: Informe del estudio de suelo realizado por SIGMA SA, 2016)



Figura 22. Extracción de la muestra P2 (Fuente: Informe del estudio de suelo realizado por SIGMA SA, 2016)

Las características mecánicas y físicas del perfil estratigráfico se detallan a continuación:

▪ Perforación P1:

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA	DENSIDAD RELATIVA
0,00 - 0,15	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja color marrón claro. Contenido de material fino 51%.-	-	-
0,15 - 1,00	SM	Arena limosa con restos de grava y materia orgánica, color marrón claro y gris claro. Contenido de material fino entre 20% y 28%.-	-	-
1,00 - 3,00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja color marrón claro. Contenido de material fino >52%.-	Muy Consistente	-
3,00 - 5,00	SC	Arena arcillosa color marrón claro y gris claro. Contenido de material fino 44%.-	-	Mediana
5,00 - 6,00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja color gris claro. Contenido de material fino 68%.-	Consistente	-
6,00 - 8,00	SC	Arena arcillosa color gris claro. Contenido de material fino 34%.-	-	Mediana
8,00 - 14,00	SM	Arena limosa con restos de arena cementada en estratos inferiores, color gris claro. Contenido de material fino entre 13% y 24%.-	-	Mediana y Densa
14,00 - 25,60	SP-SM	Arena limosa mal graduada con restos de grava en estratos inferiores, color marrón claro. Contenido de material fino >5%.-	-	Densa y Muy Densa

▪ Perforación P2:

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA	DENSIDAD RELATIVA
0,00 - 0,40	SM	Arena limosa con restos de piedras, color marrón oscuro. Contenido de material fino 21%.-	-	-
0,40 - 1,00	SC	Arena arcillosa con presencia de algunas toscas en estrato superior, color gris oscuro y marrón oscuro. Contenido de material fino >45%.-	-	-
1,00 - 3,00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja color marrón claro. Contenido de material fino entre 50% y 66%.-	Media	-
3,00 - 5,00	SC	Arena arcillosa color gris claro. Contenido de material fino 44% y 50%.-	-	Suelta
5,00 - 6,00	CL	Arcilla inorgánica de plasticidad baja color gris claro. Contenido de material fino 76%.-	Media	-
6,00 - 8,00	SC	Arena arcillosa color gris claro. Contenido de material fino >34%.-	-	Mediana
8,00 - 14,00	SM	Arena limosa con restos de arena cementada, color gris claro. Contenido de material fino entre >13%.-	-	Mediana y Densa
14,00 - 25,60	SP-SM	Arena limosa mal graduada con restos de grava, color marrón claro. Contenido de material fino entre 5% y 6%.-	-	Densa y Muy Densa

A continuación se presenta el perfil estratigráfico obtenido de las dos perforaciones realizadas:

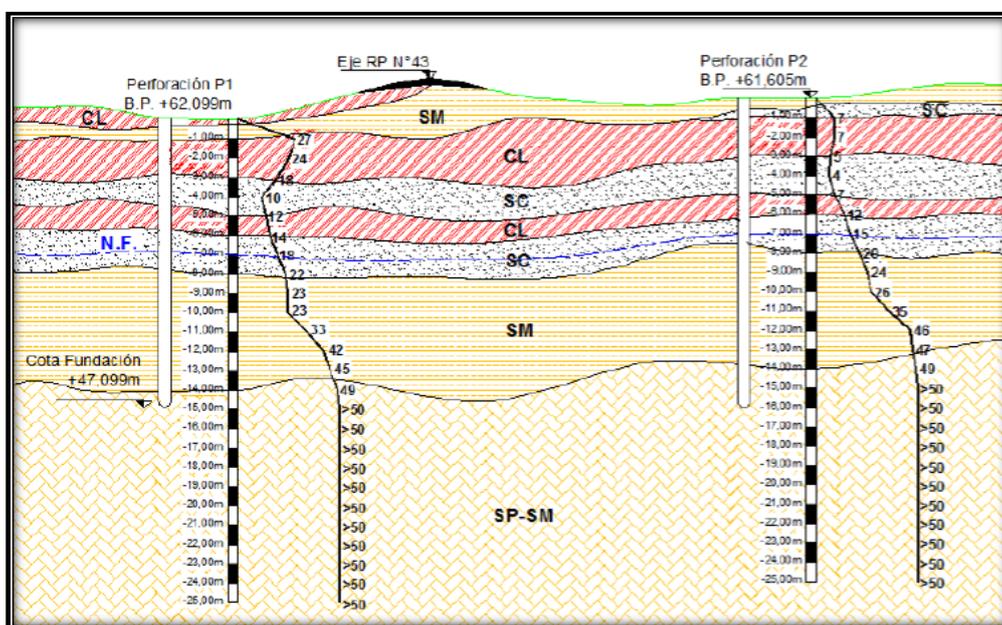


Figura 23. Perfil estratigráfico de la zona en estudio (Fuente: Informe del estudio de suelo realizado por SIGMA SA, 2016)

Para ambas muestras se realizó la clasificación HRB, la cual es de amplia utilización para describir el comportamiento de los suelos utilizados en obras viales.

Tabla 1. Clasificación HRB hasta una profundidad de 5 metros de la muestra 1 (Fuente: Informe del estudio de suelo realizado por SIGMA SA, 2016)

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO																	NIVEL FREÁTICO		
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.																	CORTE	ESTAB	
PERFORACIÓN: P1																	7	7	
Perf. Nº	Muestra Nº	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN	Ensayo de penetracion	
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.		Profundidad	Nº de golpes
P1	1	0,00	0,15	25,52	12,15	13,40	11,70	1,03	100,0	100,0	98,1	51,6			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja	1	27
P1	2	0,15	0,50	N.P.	N.P.	N.P.	7,00	-	100,0	99,9	97,2	20,4			A2-4 0	SM	Arena limosa con grava	2	24
P1	3	0,50	1,00	N.P.	N.P.	N.P.	8,60	-	99,4	97,6	93,5	28,5			A2-4 0	SM	Arena limosa con materia orgánica	3	18
P1	4	1,00	2,00	23,78	11,85	11,90	11,10	1,06	100,0	100,0	98,3	52,7			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja	4	10
P1	5	2,00	3,00	21,82	10,70	11,10	12,80	0,81	100,0	100,0	98,4	59,1			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja	5	12
P1	6	3,00	4,00	20,54	9,99	10,60	9,80	1,03	100,0	100,0	98,2	44,9			A-6 1	SC	Arena arcillosa	6	14
P1	7	4,00	5,00	25,15	13,21	11,90	17,80	0,82	100,0	100,0	98,0	44,3			A-6 2	SC	Arena arcillosa	7	18
P1	8	5,00	6,00	27,15	14,55	12,60	12,40	1,17	100,0	100,0	99,0	68,1			A-6 6	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja	8	22

Tabla 2. Clasificación HRB hasta una profundidad de 5 metros de la Muestra 2 (Fuente: Informe del estudio de suelo realizado por SIGMA SA)

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO																	
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.																	
PERFORACIÓN: P2																	
Perf. Nº	Muestra Nº	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P2	1	0,00	0,40	N.P.	N.P.	N.P.	11,10	-	100,0	98,6	94,1	21,9			A2-4 0	SM	Arena limosa con piedras
P2	2	0,40	0,70	26,49	13,81	12,70	15,90	0,83	100,0	98,1	95,4	45,6			A-6 2	SC	Arena arcillosa con toscas
P2	3	0,70	1,00	30,10	14,57	15,50	15,80	0,94	100,0	100,0	98,5	49,2			A-6 4	SC	Arena arcillosa
P2	4	1,00	2,00	27,81	15,19	12,80	14,90	1,02	100,0	100,0	98,6	50,1			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja
P2	5	2,00	3,00	29,40	14,39	15,00	18,50	0,73	100,0	100,0	98,9	66,8			A-6 7	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja
P2	6	3,00	4,00	25,42	12,95	12,50	17,40	0,64	100,0	100,0	98,4	50,0			A-6 3	SC	Arena arcillosa
P2	7	4,00	5,00	25,46	13,58	11,90	17,70	0,65	100,0	100,0	98,1	44,0			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P2	8	5,00	6,00	27,46	14,76	12,70	20,80	0,52	100,0	100,0	99,1	76,8			A-6 7	CL	Arcilla inorgánica de plasticidad baja

En estas tablas se puede observar que predominan los suelos arenosos sobre la zona en estudio, lo que definirá las soluciones técnicas a aplicar sobre los mismos para conseguir la mayor durabilidad de la obra.

2.3 Estudio demográfico

Consiste en el análisis estadístico de la población según su estado y distribución en un momento determinado, teniendo en cuenta su evolución histórica.

El primer paso para el análisis consiste en determinar la zona de intervención del proyecto, para calcular que cantidad de habitantes serán afectados por el mismo, así como también los barrios que se beneficiarán de él.

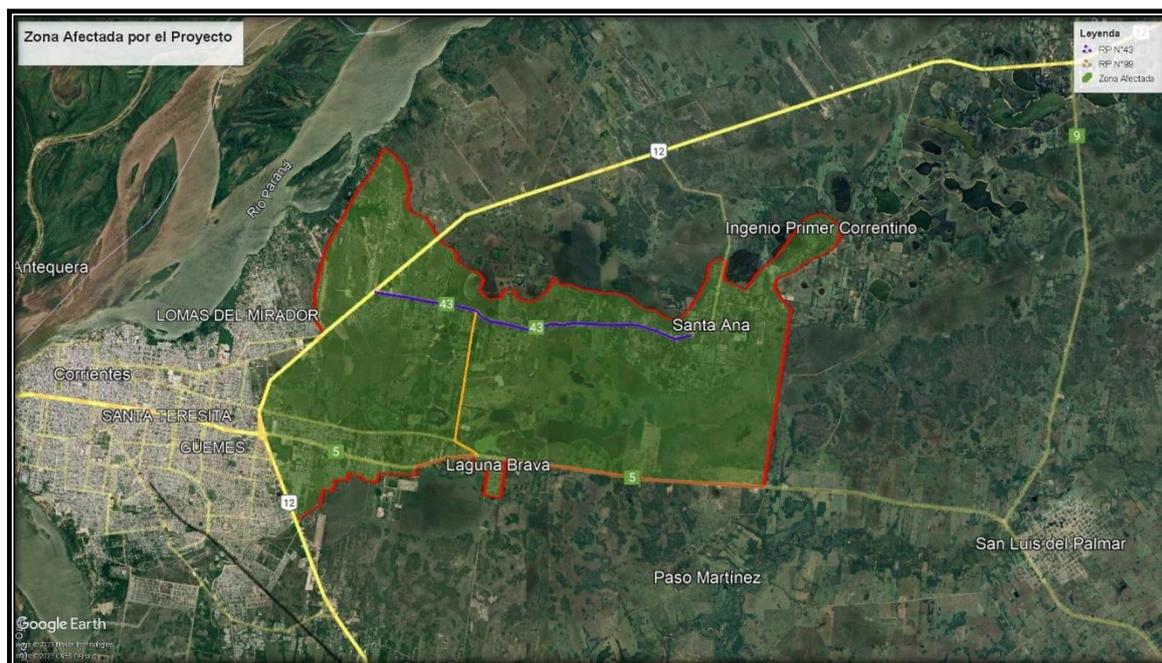


Figura 24. Zona afectada por el proyecto (Fuente: Google Earth, 2017).

Se dispone de la información catastral de la zona afectada obtenida del sitio web de la Municipalidad de Corrientes.

Para la determinación de la cantidad de habitantes que serán beneficiados por el proyecto, se tuvo en cuenta principalmente los barrios próximos a RP N°43 y RP N°99: Santa Ana, Laguna Brava, los barrios situados entre la RP N°5 y la Av. Raúl Alfonsín y un porcentaje de los alrededores que no se encuentran sobre las rutas mencionadas o dentro de Corrientes, así como también un porcentaje de San Luis del Palmar.

Tabla 3. Cantidad de habitantes sobre la zona en estudio (Fuente: INDEC, 2022).

Barrio o localidad	Cantidad de habitantes
Santa Ana	3.137
Laguna Brava	3.314
Barrios sobre RP N°43	1.569
Barrios sobre RP N°99	785
San Luis del Palmar	5.259
Barrios entre RP N°5 y Av. Raúl Alfonsín	7.853
Barrios sobre RN N°12	3.012
TOTAL	24.929

Según los datos del “Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda” (2010) realizado por INDEC, Santa Ana contaba con 1.906 habitantes en la zona más urbana, lo que presenta a la localidad en el puesto 40° en la provincia e incremento de 21,4% en población, frente a 1.497 habitantes de 2001.

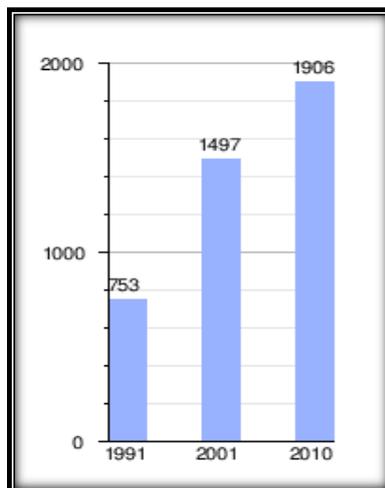


Figura 25. Cantidad de habitantes según los correspondientes censos en Santa Ana (Fuente: INDEC, 2010)

Corrientes, en 2010 contaba con un total de 358.223 habitantes representando 2,5% de la población nacional, con incremento de 8,2% frente a los 328.868 habitantes que poseía en 2001.

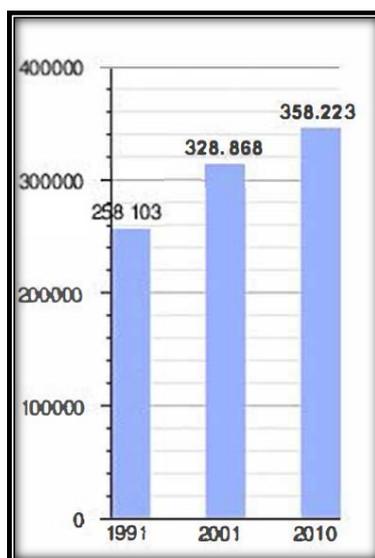


Figura 26. Cantidad de habitantes según los correspondientes censos en Corrientes Capital (Fuente: INDEC, 2010)

El segundo paso para el análisis poblacional consiste en el cálculo de la población futura, el cual se apoya en los datos de los respectivos censos mencionados realizados por el INDEC en los años 1991, 2001 y 2010.

Estas estimaciones se pueden realizar mediante distintos métodos como: Curva Logística, Tasa Decreciente, Tasa Promedio, Ajuste Lineal y otros.

Los datos a utilizarse para el análisis son los siguientes:

Para Santa Ana:

- Censo 1991: 753 habitantes
- Censo 2001: 1.497 habitantes
- Censo 2010: 1.906 habitantes

Para Corrientes:

- Censo 1991: 268.080 habitantes
- Censo 2001: 328.868 habitantes
- Censo 2010: 358.223 habitantes
- Período de vida útil del proyecto: 25 años

2.3.1 Método por Ajuste Lineal de la Tendencia Histórica

$$P_n = P_o \times (1 + i \cdot n)$$

- P_o : Población inicial en el análisis
- i : Tasa de crecimiento anual de la población
- n : Período de años considerados en el análisis
- P_n : Población estimada al fin del período en análisis

Corrientes:

$$i_1 = 0,0227$$

$$i_2 = 0,0099$$

$$i_m = 0,0163$$

Tabla 4. Población de Corrientes estimada por el método del ajuste lineal (Fuente: Elaboración Propia)

Corrientes - Ajuste lineal de la tendencia histórica				
Año	n	Población (i1)	Población (i2)	Población (im)
1991	-	268.080	268.080	268.080
2001	-	328.868	328.868	328.868
2010	-	358.223	358.223	358.223
2020	10	439.451	393.751	416.601
2030	20	539.098	432.803	484.493
2040	30	661.340	475.727	563.449
2050	40	811.301	522.909	655.272

2055	45	903.284	548.840	708.665
------	----	---------	---------	---------

Santa Ana:

$i1 = 0,0988$

$i2: 0,0303$

$im: 0,0646$

Tabla 5. Población de Santa Ana estimada por el método de ajuste lineal (Fuente: Elaboración propia)

Santa Ana - Ajuste lineal de la tendencia histórica				
Año	n	Población (i1)	Población (i2)	Población (im)
1991	-	753	753	753
2001	-	1.497	1.497	1.497
2010	-	1.906	1.906	1.906
2020	10	3.789	2.485	3.137
2030	20	7.533	3.239	5.163
2040	30	14.976	4.222	8.497
2050	40	29.774	5.504	13.984
2055	45	44.482	6.339	18.500

2.3.2 Método de la Tasa Geométrica Decreciente

$$Pn = Po \times (1 + i)^n$$

- Po : Población inicial en el análisis
- i : Tasa de crecimiento anual de la población
- n : Período de años considerados en el análisis
- Pn : Población estimada al fin del período en análisis

Corrientes:

$i1 = 0,0207$

$i2: 0,0086$

$im: 0,0146$

Tabla 6. Población de Corrientes estimada por el método de la tasa geométrica decreciente (Fuente: Elaboración propia)

Corrientes - Tasa geométrica decreciente				
Año	n	Población (i1)	Población (i2)	Población (im)
1991	-	268.080	268.080	268.080

2001	-	328.868	328.868	328.868
2010	-	358.223	358.223	358.223
2020	10	432.196	388.959	410.577
2030	20	521.445	422.331	470.583
2040	30	629.123	458.567	539.359
2050	40	759.037	497.912	618.186
2055	45	837.407	519.273	663.360

Santa Ana:

$i1 = 0,0711$

$i2: 0,0244$

$im: 0,0478$

Tabla 7. Población de Santa Ana estimada por el método de la tasa geométrica decreciente
(Fuente: Elaboración propia)

Santa Ana - Tasa geométrica decreciente				
Año	n	Población (i1)	Población (i2)	Población (im)
1991	-	753	753	753
2001	-	1.497	1.497	1.497
2010	-	1.906	1.906	1.906
2020	10	3.261	2.371	2.816
2030	20	5.580	2.950	4.161
2040	30	9.547	3.669	6.148
2050	40	16.335	4.565	9.083
2055	45	22.142	5.122	11.252

3. Estudio de tránsito

3.1 Introducción

El objetivo del estudio de tránsito es determinar la demanda del flujo vehicular actual y futuro, especialmente los caminos que componen la red vial analizada, información de vital importancia debido a que se trata de la variable más influyente en obras viales.

Entre todos los caminos que componen la red vial, se adoptaron distintas metodologías para su análisis, dependiendo de los datos disponibles para cada uno. Además, no solo debe analizarse el tránsito existente sino también los distintos tipos que pudieran aparecer al ejecutar la obra.

3.2 Tipos de tránsito

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

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

3.3 Determinación del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA)

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

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

Las unidades de los intervalos más usuales son la hora y día; asimismo, como uno de los más importantes, el TMDA es el promedio de vehículos que pasan diariamente por un punto determinado durante los 365 días del año, es decir, el total acumulado de tránsito en ambos sentidos, pasante por una sección de camino durante un año, dividido por el número de días del año, expresado en vehículos/día.

Para la obtención de los volúmenes de tránsito en cierto tramo carretero existen métodos de censo vehicular, los cuales son una muestra de los volúmenes para el período de tiempo en el

que se realiza y tienen por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o una intersección.

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

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

3.4 Valores de TMDA obtenidos para cada ruta

3.4.1 TMDA de la Ruta Provincial N°5

Para la determinación del tránsito sobre RP N°5 se realizaron censos vehiculares con el objetivo de cuantificar y discriminar la composición del tránsito; lo cual permite obtener un valor de TMDA.

Los censos cubren toda la traza intervenida en el proyecto que se encuentra en construcción, desde la intersección de RP N°5 con RN N°12 (prog. 0+000), hasta intersección con RP N°99 (prog. 5+863,70).

Los mismos se llevaron a cabo los días viernes 01/02/19, sábado 02/02/19, domingo 03/02/19 y lunes 05/02/19; el tiempo de duración total fue de 96 h, durante 24 h por día midiendo en ambos sentidos de circulación.

Tabla 8. Planilla de censo vehicular RP5 (Fuente: DPV, 2019)

De		Hasta		Auto	Camioneta y/o Pick-Up	Colectivos	Omnibus	Camiones								Motos	Bicicletas	SUMA	
Dia	Hora inicial	Dia	Hora final					11	12	11-12	12-11	111	112	113	122				
VIERNES	1/2/2019	08:00	2/2/2019	08:00	6.277	3.384	388	33	726	0	148	0	0	0	108	0	5.990	384	17.438
LUNES	4/2/2019	08:00	5/2/2019	08:00	7.425	5.824	265	12	684	0	47	0	0	0	61	0	8.411	681	23.410
Sub-Total días de semana					13.702	9.208	653	45	1.410	0	195	0	0	0	169	0	14.401	1.065	40.848

De		Hasta		Auto	Camioneta y/o Pick-Up	Colectivos	Omnibus	Camiones								Motos	Bicicletas	SUMA	
Dia	Hora inicial	Dia	Hora final					11	12	11-12	12-11	111	112	113	122				
VIERNES	1/2/2019	08:00	2/2/2019	08:00	6.277	3.384	388	33	726	0	148	0	0	0	108	0	5.990	384	17.438
LUNES	4/2/2019	08:00	5/2/2019	08:00	7.425	5.824	265	12	684	0	47	0	0	0	61	0	8.411	681	23.410
Sub-Total días de semana					13.702	9.208	653	45	1.410	0	195	0	0	0	169	0	14.401	1.065	40.848

Tabla 9. Planilla de cálculo de TMDA RP N°5 (Fuente: DPV, 2019)

CALCULO TMDA	Auto	Camioneta y/o Pick-Up	Colectivos	Omnibus	Camiones								Motos	Bicicletas	SUMA
					11	12	11-12	12-11	111	112	113	122			
Prorrato días de semana	34.255	23.020	1.633	113	3.525	0	488	0	0	0	423	0	36.003	2.663	102.123
Días fin de semana	12.514	8.011	601	27	675	5	34	0	0	0	28	0	10.762	654	33.311
Total semanal	46.769	31.031	2.234	140	4.200	5	522	0	0	0	451	0	46.765	3.317	135.434
Promedio diario	6681	4433	319	20	600	1	75	0	0	0	64	0	6681	474	19348

Tabla 10. Planilla de TMDA por tipo de vehículo RP5 (Fuente: DPV, 2019)

AGRUPACION PARA HDM	
TDMA Automoviles	6.681
TDMA Utilitarios	4.433
TMDA Omnibus	339
TMDA Camion Simple	601
TMDA Semirremolque (incluye camion con acoplado)	139
TMDA total	12.193

El valor total de TMDA es de 12.193 veh/día.

3.4.2 TMDA de la Ruta Provincial N°43

Para la determinación directa del TMDA, es necesaria la existencia de una estación de censo permanente que mida el tránsito los 365 días del año. En el lugar de estudio no se cuenta con ninguna, por lo que se procedió a determinar los días sábados 02/02/19, domingo 03/02/19, jueves 21/02/19 y viernes 22/02/19, en el horario de 8:00 am a 8:00 pm, en dos puestos, el puesto N°1 abarca desde la intersección con la RN N°12 hasta la intersección con la RP N°99 y el puesto N°2 abarca desde la intersección con la RP N°99 hasta el acceso a Santa Ana.

Tabla 11. Censo de clasificación RP43 – Puesto 1 (Fuente: DPV, 2019)

RUTA PROV. N° 43
TRAMO: RN N°12 - SANTA ANA
PUERTO N°1 - GOLF CLUB

Sentido Tránsito: Ambos Si

De	Ambos		Si	Camiones												Motos	Bici	SUMA		
	Día	Hora Inic		Día	Hora Fin	Autos	Camione. y/o Pick-	Combi	Omnibus L/Dist.	11	12	11-12	111	112	113				11-11	122
JUEVES	21/2/2019	08:00:00	22/2/2019	08:00:00	2.950	2.111	22	153	175	5	20	0	0	0	0	0	0	2.025	90	7.551
VIERNES	22/2/2019	08:00:00	23/2/2019	08:00:00	2.847	2.076	21	153	174	6	21	0	0	0	0	0	0	2.013	93	7.404
Sub-Total Días de Semana					5.797	4.187	43	306	349	11	41	0	0	0	0	0	0	4.038	183	14.955
SABADO	2/2/2019	08:00:00	3/2/2019	08:00:00	2.850	2.122	22	150	179	1	10	0	0	0	0	0	0	2.045	102	7.481
DOMINGO	3/2/2019	08:00:00	4/2/2019	08:00:00	2.965	2.080	23	150	178	0	0	0	0	0	0	0	0	2.035	88	7.519
Sub-Total Fin de Semana					5.815	4.202	45	300	357	1	10	0	0	0	0	0	0	4.080	190	15.000
Calculo TMDA																				
Prorrato días de Semana					14.493	10.468	108	765	873	28	103	0	0	0	0	0	0	10.095	458	37.391
Días Fin de Semana					5.815	4.202	45	300	357	1	10	0	0	0	0	0	0	4.080	190	15.000
Total Semanal					20.308	14.670	153	1.065	1.230	29	113	0	0	0	0	0	0	14.175	648	52.391
Promedio Diario (/ 7)					2.901	2.096	22	152	176	4	16	0	0	0	0	0	0	2.025	93	7.484

AGRUPACION PARA HDM	
TMDA Automoviles	2.901
TMDA Utilitarios	2.096
TMDA Omnibus	174
TMDA Camión Simple	180
TMDA Semirremolque (Incluye Cam c/acopla)	16
TMDA TOTAL	5.367

TMDA = 5.367 vpd

Tabla 12. Censo de clasificación RP43 – Puesto N°2 (Fuente: DPV, 2019)

RUTA PROV. N° 43
TRAMO: RN N°12 - SANTA ANA
PUESTO N°2 - SANTA ANA

Sentido Tránsito: Ambos Si

	De		Hasta		Autos	Camione. y/o Pick.	Combi	Omnibus L/Dist.	Camiones						Motos	Bici	SUMA		
	Día	Hora Inic	Día	Hora Fin					11	12	11-12	111	112	113				11-11	122
JUEVES	21/2/2019	08:00:00	22/2/2019	08:00:00	1.966	624	15	27	124	0	0	10	0	0	0	0	1.180	32	3.978
VIERNES	22/2/2019	08:00:00	23/2/2019	08:00:00	1.965	627	15	27	126	0	0	12	0	0	0	0	1.173	30	3.975
	Sub-Total Días de Semana				3.931	1.251	30	54	250	0	0	22	0	0	0	0	2.353	62	7.953
SABADO	2/2/2019	08:00:00	3/2/2019	08:00:00	1.980	612	15	25	80	0	0	3	0	0	0	0	1.195	30	3.940
DOMINGO	3/2/2019	08:00:00	4/2/2019	08:00:00	2.010	550	15	25	60	0	0	5	0	0	0	0	1.173	32	3.870
	Sub-Total Fin de Semana				3.990	1.162	30	50	140	0	0	8	0	0	0	0	2.368	62	7.810
Calculo TMDA																			
	Prorrateo días de Semana				9.828	3.128	75	135	625	0	0	55	0	0	0	0	5.883	155	19.884
	Días Fin de Semana				3.990	1.162	30	50	140	0	0	8	0	0	0	0	2.368	62	7.810
	Total Semanal				13.818	4.290	105	185	765	0	0	63	0	0	0	0	8.251	217	27.694
	Promedio Diario (/7)				1.974	613	15	26	109	0	0	9	0	0	0	0	1.179	31	3.956

AGRUPACION PARA HDM	
TMDA Automoviles	1.974
TMDA Utilitarios	613
TMDA Omnibus	41
TMDA Camión Simple	109
TMDA Semiremolque (Incluye Cam c/acopla)	9
TMDA TOTAL	2.746

TMDA = 2.746 vpd

3.4.3 TMDA de la Ruta Nacional N°12

Para la determinación del TMDA correspondiente a la RN N°12 se utilizaron los datos de censos de cobertura realizados por la DNV en el año 2019 sobre dos tramos que integran la zona de interés, estos tramos son:

Tramo 1: desde intersección con RP N°43 (acceso a Santa Ana) hasta intersección con Av. Libertad (acceso a Corrientes).

Tramo 2: desde intersección con Av. Libertad (acceso a Corrientes) hasta intersección con RP N°5 (Rotonda Virgen de Itatí).

Número	Distrito	Limites del Tramo	Inicio	Fin	TMDA	Detalle	Observaciones
10	Corrientes	LTE.C/ENTRE RIOS - ESQUINA	647,26	682,41	1700	ver	Cobertura
10	Corrientes	ESQUINA - INTR.P.30 (D) (A MALVINAS)	682,41	711,11	1540	ver	Cobertura
10	Corrientes	INTR.P.30 (D) (A MALVINAS) - ACC.A GOYA (I)	711,11	790,84	1573	ver	Permanente
10	Corrientes	ACC.A GOYA (I) - ACC.A YATAITI CALLE 22 (I)	790,84	818,16	960		Cobertura
10	Corrientes	ACC.A YATAITI CALLE 22 (I) - INTR.P.24 (PARAJE BATEL)	818,16	833,71	960		Cobertura
10	Corrientes	INTR.P.24 (PARAJE BATEL) - INTR.N.123	833,71	871,27	290		Cobertura
10	Corrientes	INTR.N.123 - ACC.A SAN ROQUE	871,27	900,23	2400		Cobertura
10	Corrientes	ACC.A SAN ROQUE - INTR.P.100	900,23	909,29	2763	ver	Permanente
10	Corrientes	INTR.P.100 - INTR.N.118 (D) (A SALADAS)	909,29	940,6	2200	ver	Cobertura
10	Corrientes	INTR.N.118 (D) (A SALADAS) - ACC.A EMPEDRADO (I)	940,6	977,07	4477	ver	Permanente
10	Corrientes	ACC.A EMPEDRADO (I) - ACC.A RIACHUELO (I)	977,07	1017,84	5291	ver	Permanente
10	Corrientes	ACC.A RIACHUELO (I) - INTR.P.3 (I) (A CORRIENTES)	1017,84	1024,44	9000		Cobertura
10	Corrientes	INTR.P.3 (I) (A CORRIENTES) - INTR.P.5	1024,44	1030,01	9500		Cobertura
10	Corrientes	INTR.P.5 - AV.LIBERTAD (I) (ACC.A CORRIENTES)	1030,01	1033,29	12000		Cobertura
10	Corrientes	AV.LIBERTAD (I) - INTR.P.43 (D) (ACC.A SANTA ANA)	1033,29	1035,48	11200		Cobertura
10	Corrientes	INTR.P.43 (D) - INTR.P.6 (ACC.A PDE LA PATRIA)	1035,48	1056,53	6400		Cobertura

Figura 27. Valores dados en la página oficial de la DNV sobre la RN12 (Fuente: DNV, 2019)

3.4.4 TMDA de la Ruta Provincial N°99

Para la determinación del TMDA correspondiente a la RP N°99 no existían registros de datos de tránsito medidos anteriormente, por tanto, para estimar un valor de tránsito en la misma se optó por realizar un censo de una hora de duración el día lunes 1/5/2023 entre las 12h y las 13h.

Con estos datos relevados y la planilla de tránsito correspondiente al peaje del puente “General Belgrano” se aplicó la metodología que permite obtener los coeficientes de estacionalidad horaria, diaria y mensual, de manera de poder realizar una extrapolación desde un valor medido durante 1 hora hasta obtener un valor de TMDA existente para la ruta en estudio.

Cabe aclarar que se supone un flujo similar al del puente debido a que la cercanía entre Corrientes y Resistencia genera un intercambio cultural que obliga a las personas a desplazarse de una provincia a la otra diariamente, situación que se repite entre Corrientes y Santa Ana; por tanto, se determina que el tránsito en ambos casos podría comportarse igual.

Los valores censados el día 1/5/23 fueron volcados en la *Tabla 13* y *Tabla 14*:

Tabla 13. Censo de clasificación sobre RP N°99, desde RP N°43 hacia RP N°5 (*Fuente: Elaboración propia*)

RP 43 --> RP 5									
Tiempo	Autos	Pick Ups + Utilitarios	Colectivos	Camiones 1+1	Camiones 1+2	Camiones 1+1+1+2	Motos	TOTAL	FHP
0 - 15	8	3	0	1	0	0	2	14	0,750
15 - 30	1	3	1	0	0	0	0	5	
30 - 45	10	5	0	0	0	0	0	15	
45 - 60	6	4	0	0	0	0	1	11	
TOTAL =							45		

Tabla 14. Censo de clasificación sobre RP N°99, desde RP N°5 hacia RP N°43 (*Fuente: Elaboración propia*)

RP 5 --> RP 43									
Tiempo	Autos	Pick Ups + Utilitarios	Colectivos	Camiones 1+1	Camiones 1+2	Camiones 1+1+1+2	Motos	TOTAL	FHP
0 - 15	8	5	0	0	0	0	2	15	0,733
15 - 30	7	3	0	1	0	0	1	12	
30 - 45	2	2	0	1	0	0	1	6	
45 - 60	6	3	0	1	0	0	1	11	
TOTAL =							44		

Por la extensión de la misma, la tabla de los coeficientes se adjunta en los anexos.

Para obtener le TMDA a partir de los coeficientes obtenidos, se aplica la siguiente formula:

$$TMDA = \frac{N^{\circ} \text{ autos / hora}}{\alpha_{12} \alpha_{13} * \beta_{\text{lunes}} * \gamma_{\text{mayo}}}$$

Tabla 15. Coeficiente de estacionalidad correspondientes al momento del censo (*Fuente: Elaboración propia*)

HORA	12 - 13 H	a %	7,90%
DIA	LUNES	b %	102,25%
MES	MAYO	g %	95,28%

$$TMDA = \boxed{1.156,00} \quad \text{veh/día}$$

Las planillas corresponden al año 2019, por tanto, el tránsito calculado representaría un valor de TMDA correspondiente a ese año.

Se adjuntan las curvas correspondientes a la variación horaria, diaria y mensual del tránsito medido en la estación de peaje, junto con la planilla de cálculo para la obtención de los coeficientes en el *Anexo "Estudio de tránsito"*.

3.5 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento para proyectar el TMDA al año 2023 se estimará realizando ponderaciones de tasas de crecimiento de parámetros, según su grado de importancia, considerando que es una obra de pavimentación.

Los parámetros a analizar son:

- Población;
- Parque automotor;
- TMDA;
- Combustible.

La tasa de crecimiento de cada parámetro se calcula mediante la fórmula:

$$r_i = \left(\frac{x_f}{x_i} \right)^{1/n} - 1$$

r_i = tasa de crecimiento del parámetro i

x_i = valor inicial del parámetro i

x_f = valor final del parámetro i

n = número de años del periodo estudiado

3.5.1 Población

Para obtener la tasa de crecimiento del parámetro poblacional se utilizaron los datos de los últimos censos realizados por el INDEC, sobre las localidades que tienen mayor preponderancia en el proyecto a realizar.

Tabla 16. Valores de población obtenidos de los censos oficiales realizados por el INDEC
(Fuente: INDEC)

	Censo 2001	Censo 2010
Corrientes	328.868	358.233
San Cosme	13.189	14.381
San Luis del Palmar	16.513	17.540

$$i_{pob\ Corrientes} = \left(\frac{358.233}{328.868}\right)^{1/10} - 1 = 0,00859$$

$$i_{pob\ San\ Cosme} = \left(\frac{14.381}{13.189}\right)^{1/10} - 1 = 0,00869$$

$$i_{pob\ San\ Luis} = \left(\frac{17.540}{16.513}\right)^{1/10} - 1 = 0,00605$$

$$i_{pob} = \frac{0,00859 + 0,00869 + 0,00605}{3} = 0,00778$$

3.5.2 Parque automotor

Para este parámetro se usaron los datos a nivel provincial, proporcionados por la Dirección Nacional de Registros de la Propiedad del Automotor (DNRPA), sobre la inscripción inicial de automóviles, obteniendo así, la tasa de crecimiento del parque automotor en Corrientes.

Tabla 17. Registro de inscripciones del automotor de Corrientes (Fuente: DNRPA)

Registro inscripción inicial	
Año	N° vehículos
2018	18.068
2017	19.162
2016	15.230
2015	14.938
2014	15.477
2013	20.242
2012	20.086
2011	20.642
2010	14.119
2009	9.521
2008	11.098

$$i_{automotor} = \left(\frac{18.068}{11.098}\right)^{1/11} - 1 = 0,0453$$

3.5.3 TMDA

Para la determinación de la tasa del crecimiento del TMDA se utilizaron los datos de censos de cobertura sobre la RN N°12, ya que, dentro de la red vial, es la única que posee datos de TMDA continuos a los que se pudo acceder (*Tabla 18*).

La tasa se calcula entre 2010 y 2019, ya que 2020 y 2021 fueron años excepcionales por la reducida movilidad de las personas debido a la pandemia.

Tabla 18. Valores de TMDA registrador por la DNV sobre la RP N°12 (Fuente: DNV)

Año	Acceso a Santa Ana	Acceso a Corrientes
2021	8.950	11.000
2020	6.400	7.900
2019	11.200	12.000
2018	11.600	12.400
2017	12.300	12.700
2016	11.500	11.600
2015	11.400	11.500
2014	10.650	9.850
2013	11.000	10.200
2012	10.700	9.450
2011	9.600	9.000
2010	8.450	7.500

$$i_{Sta\ Ana} = \left(\frac{11.200}{8.450}\right)^{1/9} - 1 = 0,0318$$

$$i_{ctes} = \left(\frac{12.000}{7.500}\right)^{1/9} - 1 = 0,0536$$

$$i_{TMDA} = \frac{0,0318 + 0,0536}{2} = 0,0427$$

3.5.4 Consumo de combustible

Para calcular la tasa de crecimiento del consumo de combustible se utilizaron datos de venta de nafta común, nafta especial, gasoil y el total en Corrientes; los mismos fueron obtenidos del Municipio de Corrientes (*Tabla 19*).

Tabla 19. Volúmenes de consumo de los distintos tipos de combustibles en Corrientes (Fuente: Municipalidad de Corrientes)

Año	Gasoil	GLPA	Nafta común y súper	Nafta premium	TOTAL
2017	48.321,78	4.866,23	69.266,51	27.063,81	149.518,33
2018	56.077,59	5.737,60	61.251,19	30.336,69	153.403,07
2019	59.288,61	5.695,34	60.437,29	23.427,24	148.848,48
2020	57.711,68	4.733,75	59.089,20	16.750,36	138.284,99
2021	62.901,88	6.647,51	64.979,58	21.696,98	156.225,95

$$i_{combustible} = \left(\frac{156225,95}{149518,33}\right)^{1/5} - 1 = 0,00882$$

3.5.5 Tasa de crecimiento total

En la *Tabla 20* se detalla la ponderación realizada entre los distintos parámetros dependiendo del porcentaje de importancia adoptado para cada uno:

Tabla 20. Tabla resumen para el cálculo de una tasa de crecimiento ponderada (Fuente: Elaboración propia)

PARÁMETRO	PONDERACIÓN	TASA	TOTAL
Población	20%	0,8%	0,16%
Parque automotor	25%	4,5%	1,13%
TMDA	40%	4,3%	1,72%
Combustible	15%	0,9%	0,14%
			3,15%

Se adopta como tasa de crecimiento → $i = 3,15\%$

La elección de los porcentajes utilizados para ponderar cada uno de los parámetros se basa en la influencia que estos factores tienen en la proyección del TMDA futuro.

- **Población:** el crecimiento de la población es un factor importante a considerar, ya que un aumento en la misma implica una mayor demanda de transporte. Si la población en la zona estudiada aumenta, la cantidad de vehículos y el TMDA también lo harán. Se adopta 20% teniendo en cuenta la expansión de Corrientes hacia Santa Ana, lo que genera nuevos asentamientos en la zona.
- **Parque automotor:** si la tasa de crecimiento del parque automotor es alta, significa que existirán más vehículos circulando por la vía. Este factor tiene importancia a la hora de evaluar la capacidad esperada en las rutas.
Se adopta 25% considerando que las personas que residen en Santa Ana y realizan sus actividades en Corrientes necesitan adquirir un vehículo para movilizarse.
- **TMDA:** el crecimiento del TMDA es la variable de mayor importancia, debido a que impacta directamente sobre el TMDA futuro. Esto se traduce en la necesidad de mejorar la infraestructura vial. Por esta razón se adopta 40%.
- **Combustible:** el consumo de combustible está relacionado con el uso de vehículos y la cantidad de kilómetros recorridos. Este factor tiene menor influencia en comparación a los demás, pero sigue siendo relevante para considerar el aumento del tránsito a largo plazo. Se adopta 15% teniendo en cuenta que la mejora de las condiciones de transitabilidad implicarían un aumento en el recorrido de los vehículos, y consecuentemente en el consumo de combustible, lo cual impacta sobre el TMDA futuro.

Otro parámetro que se podría tener en cuenta es el crecimiento de la producción, el cual se utiliza para zonas rurales en las cuales existen movimientos de cargas pesadas originados por la actividad agrícola y ganadera.

En este caso, no se tiene en cuenta debido a que se trata de una zona semiurbana cercana al casco céntrico de Corrientes.

3.6 Estimación de TMDA actual

Debido a que los datos obtenidos de TMDA corresponden a 2019, se realiza la extrapolación del TMDA al presente año mediante la siguiente fórmula:

$$TMDA_{futuro} = TMDA_{actual} \cdot (1 + \%crecimiento)^n$$

Los TMDA de las distintas rutas para el año 2023 resultan:

TMDA RP N°5 = 13.803 veh/día

TMDA1 RP N°43 = 6.076 veh/día

TMDA2 RP N°43 = 3.109 veh/día

TMDA1 RN N°12 = 12.679 veh/día

TMDA2 RN N°12 = 13.585 veh/día

TMDA RP N°99 = 1.156 veh/día

3.7 Niveles de servicio

Para el análisis de la situación actual se aplica la metodología sugerida por el “Highway Capacity Manual 2010”, la cual permite calcular el nivel de servicio a partir de ciertos parámetros característicos de la vía.

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones operativas de un flujo de tránsito y de su percepción por los usuarios. La descripción se basa en variables como: velocidad, tiempo de recorrido, libertad de maniobra, comodidad del usuario y seguridad. La escala de niveles es la siguiente:

- **Nivel A:** el usuario circula a la máxima velocidad reglamentaria, tráfico fluido, de baja intensidad;
- **Nivel B:** circulación estable, velocidad condicionada por otros vehículos. Existencia de fricción al circular;
- **Nivel C:** es el nivel de diseño. Circulación estable. Velocidad y maniobrabilidad condicionada por el resto del tráfico. Sobrepaso y cambio de carril difíciles.
- **Nivel D:** situaciones inestables. Velocidad y maniobras muy restringidas. Aumento de la fricción en la circulación;
- **Nivel E:** intensidad de tráfico próxima a la capacidad de la vía. Detenciones frecuentes. Circulación inestable o forzada;
- **Nivel F:** circulación muy forzada a velocidades bajas, colas frecuentes que obligan a detenciones. Absoluta congestión de la vía.

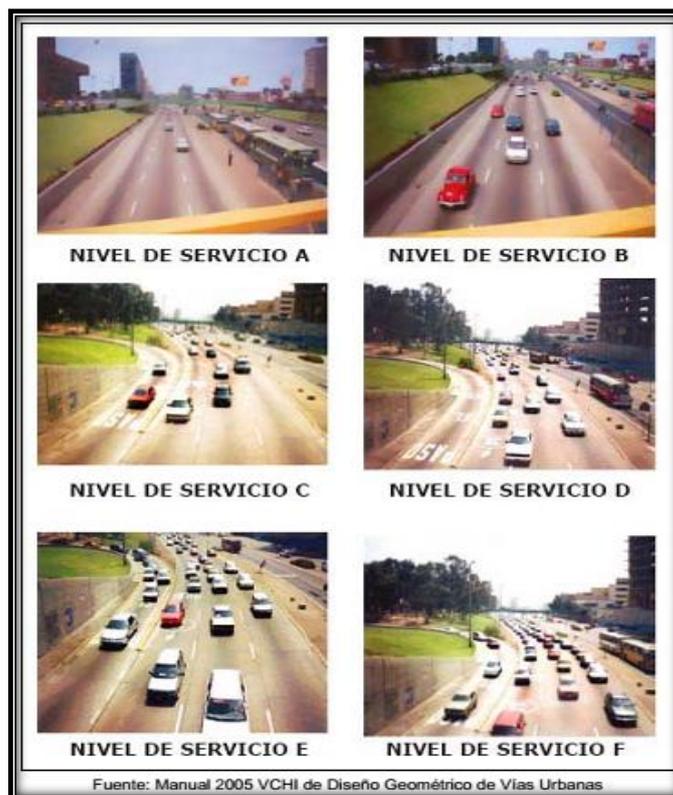


Figura 28. Representación de los distintos niveles de servicio (*Fuente: HCM, 2010*).

Primeramente, es necesario conocer el confort con el que operan los usuarios sobre la RP N°43, y actualmente se observa que la circulación es muy forzada, con un nivel de servicio cercano a la capacidad.

$$TMDA1 \text{ RP N}^\circ 43 = 6.076 \text{ veh/día}$$

Para aplicar la metodología antes mencionada se debe obtener un Volumen Horario de Demanda (VHD) a través del valor de TMDA y un coeficiente k, que está en función del valor de TMDA:

Tabla 21. Valores del factor K (*Fuente: HCM*)

TMDA	Factor k
0 - 2.500	0,151
2.500 - 5.000	0,136
5.000 - 10.000	0,118
10.000 - 20.000	0,116
20.000 - 50.000	0,107
50.000 - 100.000	0,091
100.000 - 200.000	0,082
> 200.000	0,067

El valor de VHD obtenido resulta:

TMDA =	6.751	veh/día
K =	0,116	
VHD =	783	vph

Se realizó el cálculo correspondiente para conocer el nivel de servicio durante la hora pico de la vía, resultando:

$$VS = 771 \text{ vph}$$

El cual corresponde a un nivel de servicio "E":

- Intensidad de tráfico próxima a la capacidad próxima a la capacidad de la vía;
- Detenciones frecuentes;
- Circulación inestable o forzada.

Esto indica que es necesario mejorar las condiciones de esta ruta lo antes posible, buscando el confort de los usuarios que la utilizan, teniendo en cuenta el gran crecimiento que tiene la urbanización de Corrientes a lo largo de los barrios lindantes a la RP N°43 y en dirección a Santa Ana.

En el anexo correspondiente al capítulo 4 se adjunta el desarrollo entero del cálculo para llegar a obtener el Nivel de Servicio de la ruta recién descripta.

3.8 Tránsito derivado

3.8.1 RP N°43

En este caso se trata de un camino con mucha demanda los días sábado y domingo, ya que Santa Ana es un lugar elegido para construir casas de fin de semana.

Por tanto, se estima que durante esos días de mayor demanda podría desviarse un cierto porcentaje de tránsito que busque evitar largas demoras que se generan al dirigirse desde Santa Ana hacia Corrientes por la intersección con el tránsito proveniente desde Paso de la Patria por RN N°12.

En este caso se tendría un porcentaje del volumen que disminuirá por la situación antes mencionada, pero aumentaría en el caso de los vehículos que circulen por RP N°5 en dirección este-oeste y prefieran evitar ingresar a la zona urbana de la RP N°5 con destino en dirección norte por RP N°12 (Ej. Itatí, Paso de la Patria, etc.) y utilicen como circunvalación el desvío por RP N°99 y RP N°43, hasta empalmar con RN N°12 y seguir su camino a destino.

Para el cálculo del volumen de vehículos que podría desviarse hacia RP N°99 con destino al centro de la ciudad, se plantea la hipótesis basándose en el nivel de servicio que perciben los conductores, es decir, con las condiciones finales luego de ejecutado el proyecto sobre la RP N°43 (con mayor ancho de carril, banquetas pavimentadas, obstrucciones laterales nulas, etc.) y el TMDA futuro correspondiente a los años de diseño que se utilizan para este tipo de obras (25 años), se calcula a que nivel de servicio corresponde esa situación.

Se aclara que el TMDA utilizado en este caso sería el del tramo N°2 medido sobre la RP N°43, ya que solo esa parte del camino se asemejaría a las características de un camino rural de dos carriles para la cual se desarrolla esta metodología de cálculo.

En el 1° tramo de la misma no es posible aplicarla, debido a que se plantean semaforizaciones en los cruces que presentan mayores puntos de conflicto, lo cual cambia el comportamiento de los usuarios.

El TMDA para el año 2048 en el 2° tramo es:

$$\text{TMDA2 RP N°43} = 6.751 \text{ veh/día}$$

Luego se obtiene un Volumen Horario de Demanda (VHD) a través del valor de TMDA y un coeficiente k, que está en función del valor de TMDA. El valor de VHD obtenido resulta:

TMDA =	6.751	veh/día
K =	0,116	
VHD =	783	vph

Se realizó el cálculo correspondiente para conocer el nivel de servicio durante la hora pico de la vía:

$$VS = 1.254 \text{ vph}$$

El cual corresponde a un nivel de servicio “D”:

- Situaciones inestables;
- Velocidad y maniobras muy restringidas;
- Aumento de la fricción en la circulación.

Mediante el análisis, se sabe que el límite que corresponde al nivel de servicio C utilizado como “nivel de diseño” es igual a 1.651 vph.

Por tanto, para que las condiciones de servicio de la vía sean las ideales deberían desviarse 232 vph dentro de esas horas de máxima demanda, lo cual corresponde aproximadamente a 14% del volumen de servicio.

Finalmente se determina que 14% del tránsito de la RP N°43 puede desviarse hacia la RP N°99, lo cual generaría una disminución en el tránsito sobre RP N°43 y un aumento en el tránsito sobre RP N°99.

En el anexo correspondiente a este capítulo se adjunta el desarrollo del cálculo del nivel de servicio.

3.8.2 RP N°5

En la misma se está realizando la construcción del proyecto de duplicación de calzada desde la intersección con la RN N°12, en la rotonda de la virgen, hasta la intersección con la RP N°99 donde finaliza el presente proyecto.

En el mismo se realizará la semaforización de 10 intersecciones, en las cuales se presenta el mayor número de conflictos.

Se trata de un tramo altamente urbanizado, por lo que se puede considerar que algunos vehículos que busquen dirigirse hacia la RN N°12 decidan desviarse hacia la RP N°99, disminuyendo el costo de viaje y evitando las demoras generadas por las intersecciones semaforizadas.

Se adopta desvío de 5% del tránsito que circula por RP N°5 en la vía a proyectar.

3.8.3 RN N°12

En la misma se está realizando la construcción del proyecto “travesía urbana: autovía RN N°12”. Se trata de una vía paralela y con mejores condiciones de circulación que las vías analizadas en este proyecto, por lo que se supone que no se generaría tránsito derivado.

3.9 Tránsito generado

3.9.1 RP N°99

Este tipo existe cuando el mejoramiento de una determinada vía genera un aumento la urbanización sobre los terrenos lindantes a la misma, como se supone sucederá sobre el tramo de la RP N°99, ya que se trata de una zona poco poblada (solo existen tres barrios privados descriptos anteriormente y asentamientos aislados) en comparación a las demás zonas estudiadas, que, al mejorar las condiciones de circulación aumentará la tendencia a la urbanización en los terrenos libres a lo largo de su traza.

También se trata de una zona con muchos terrenos libres donde podrían asentarse algunas industrias, que, con el mejoramiento de la vía, no tendría problemas en movilizar sus cargas en las distintas direcciones que las distribuyan.

Este aumento del tránsito se manifiesta como porcentaje de aumento del tránsito final, sumado al existente y al derivado, antes descriptos.

Se considera que dentro de los siguientes 25 años pudieran asentarse tres barrios nuevos, con características similares a los existentes sobre la misma, con un promedio de 60 lotes cada uno.

Suponiendo un auto para cada familia que viva en esos lotes nuevos, daría un total de 180 autos que se movilizarían, lo cual representa 7% del TMDA medido sobre esta.

Se adopta 7% de aumento del tránsito.

3.10 Tránsito final

3.10.1 RP N°99

El TMDA existente para los años de diseño:

$$TMDA_{futuro} = 1.156 \frac{veh}{dia} * (1 + 3,15\%)^{25} = 2.510 \text{ veh/dia}$$

El desvío de 14% del tránsito de la RP N°43 hacia la RP N°99 para mejorar las condiciones de transitabilidad, expresado como TMDA resulta:

$$TMDA_{derivado RP N^{\circ}43} = 1.547 \text{ veh/dia}$$

El tránsito derivado proveniente de RP N°5:

$$TMDA_{derivado RP N^{\circ}5} = 690 \text{ veh/dia}$$

El tránsito final, teniendo en cuenta el tránsito generado por la mejora de la vía es:

$$TMDA_{final} = (1,07 * 2.510 + 1.547 + 690) \text{ veh/dia} = 4.923 \text{ veh/dia}$$

3.10.2 RP N°43

Para la RP N°43, se tiene el TMDA sobre el tramo 1 existente para los años de diseño, donde se proyecta un comportamiento urbano, menos 15% que se desvía hacia RP N°99 y más el tránsito que se deriva desde RP N°5 y se dirige hacia el norte de la provincia buscando retomar la RP N°12:

$$TMDA_{futuro} = 6.075 \frac{veh}{dia} * (1 + 3,15\%)^{25} = 13.190 \text{ veh/dia}$$

Sumando y restando los dos valores antes mencionados, el valor final para el tramo N°1 de la RP N°43, resulta:

$$TMDA_{final} = (13.190 - 1.547 + 690) \text{ veh/dia} = 12.333 \text{ veh/dia}$$

Para el tramo N°2, que funciona como camino rural de dos carriles y no se prevén sobre el mismo intersecciones semaforizadas el TMDA resultará:

$$TMDA_{futuro} = 3.109 \frac{veh}{dia} * (1 + 3,15\%)^{25} = 6.750 \text{ veh/dia}$$

Por tanto, sobre la RP N°43 se tienen dos tramos bien diferenciados en cuanto a funcionamiento, resultando el TMDA sobre la zona con un comportamiento urbano el doble del TMDA donde el tránsito tiene uno de tipo rural.

Finalmente, en la *Tabla 22* se resumen los tránsitos futuros esperados en cada una de las vías estudiadas, aclarando que los valores que interesan a fines de este proyecto son los volúmenes sobre la RP N°43 y la RP N°99:

Tabla 22. Valores finales de TMDA obtenidos (*Fuente: Elaboración propia*)

	Año 2019	Año 2023	Año 2048 (diseño)	
RP43(1)	5.367 veh/d	6.076 veh/d	12.333 veh/d	(zona urbana)
RP43(2)	2.746 veh/d	3.109 veh/d	6.750 veh/d	(zona rural)
RP99	1.156 veh/d	1.309 veh/d	4.923 veh/d	
RP5	12.193 veh/d	13.803 veh/d	29.972 veh/d	
RP12(1)	11.200 veh/d	12.679 veh/d	27.531 veh/d	
RP12(2)	12.000 veh/d	13.585 veh/d	29.498 veh/d	

4. Relevamiento de campo

4.1 Ruta Provincial N°43

4.1.1 Estado general del camino

Se trata de una ruta construida hace muchos años en una zona que sufrió cambios drásticos en su entorno, principalmente en cuanto al uso de suelo por la urbanización desmedida a lo largo de su traza.

En general el estado de la calzada es muy bueno, notándose el mantenimiento de la misma y contando únicamente con dos baches a lo largo de todo su recorrido, uno en la prog. 6+223,00 m y otro sobre una de las alcantarillas existentes, el cual se describe posteriormente.



Figura 29. Bache sobre la Prog. 6+233 (Fuente: Elaboración propia)

A lo largo de la traza es posible observar cinco refugios peatonales ubicados en paradas de colectivo, encontrándose algunas en mal estado como se puede ver en la *Figura 30*.



Figura 30. Estación de refugio peatonal en mal estado (Fuente: Elaboración propia)



Figura 31. Estación de refugio peatonal en mal estado (*Fuente: Elaboración propia*)

También pueden verse dársenas para los accesos a las instalaciones que se encuentran aledañas, como ser barrios privados, instalaciones industriales, escuelas, entre otras; encontrándose algunas en buen estado y otras no.



Figura 32. Dársenas de detención frente a la escuela N°401 (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 33. Dársenas de detención frente al barrio Golf Club (*Fuente: Elaboración propia*)

Como aspecto negativo es posible mencionar una deficiente señalización, ya que la ruta cuenta con muchos sectores de curvas seguidas de contracurvas y accesos a barrios privados o instalaciones industriales, las cuales carecen tanto de señalización horizontal como vertical, encontrándose la mayoría en mal estado (*Figura 34 y 35*).



Figura 34. Señalización en mal estado (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 35. Señalización en mal estado (*Fuente: Elaboración propia*)

En la prog. 8+800,00 m se encuentra un control policial, el cual posee sus instalaciones al margen de la calzada. Las mismas estan en muy buen estado y con personal de vigilancia todos los días del año (*Figura 36*).



Figura 36. Estación de control policial en Prog. 8+000 (Fuente: Elaboración propia)

4.1.2 Estado de las alcantarillas

Está enclavado sobre un sistema hidrológico con muy baja pendiente y compuesto por un gran número de lagunas circulares y grandes superficies de terrenos natural, por tanto absorbente.

Es de esperar que ante una precipitación, predomine el almacenamiento de un gran porcentaje de la misma y se generen escurrimientos mínimos en las secciones de salida de estos sistemas hidrológicos.

Se considera de suma importancia realizar un análisis preciso en el que se contemplen los cambios que se generaron a causa de la intervención humana y aquellos que afecten el comportamiento hidrológico de la zona.

Para el análisis fue necesario un relevamiento de las ubicaciones, medidas y todas las características preponderantes de cada una de las alcantarillas existentes sobre esta ruta.

En la recorrida de campo se pudieron observar seis alcantarillas que se ubican transversales a la traza del camino.



Figura 37. Alcantarillas existentes a lo largo de la traza de la RP N°43 (Fuente: Google Earth, 2017)

El sentido del relevamiento realizado es coincidente con el sentido ascendente de las progresivas de la RP N°43, es decir, empieza desde la intersección con RN N°12 y finaliza en el ingreso a Santa Ana en la intersección con Calle 12 de octubre, donde finaliza el tramo en estudio.

4.1.2.1 Alcantarilla N°1 – Progresiva 964,50m

Se trata de una alcantarilla compuesta de tubos de H°A° con diámetro de 0,80m y largo total de 13m; los mismos se encuentran en buenas condiciones estructurales, pero existe falta de mantenimiento en las salidas a cada lado de la misma debido la vegetación existente sobre la cuneta.

Hacia el sur de la RP N°43 por debajo de la salida de esta alcantarilla puede reconocerse un canal excavado sin revestir con una pendiente en sentido de norte a sur, pero al igual que la alcantarilla, con vegetación y falta de mantenimiento.

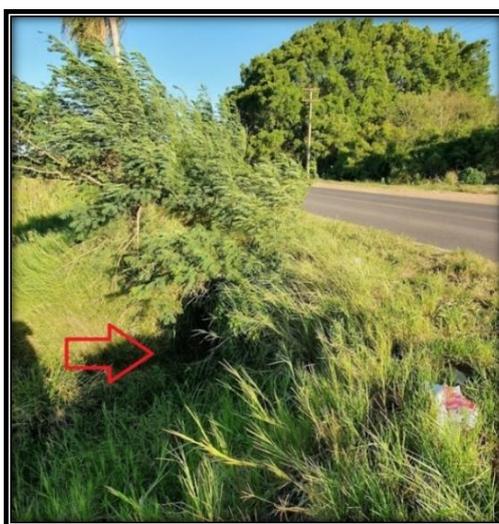


Figura 38. Ingreso de la alcantarilla del lado norte de la ruta (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 39. Canal con poco mantenimiento que puede verse al sur de la salida de la alcantarilla (*Fuente: Elaboración propia*)

4.1.2.2 Alcantarilla N°2 – Progresiva 1.931,81m

También se trata de una alcantarilla compuesta de tubos de H°A° con diámetro de 0,80m y largo total de 13m.

Los caños se encuentran en buenas condiciones estructurales, pero, al igual que en la anterior, existe falta de mantenimiento en la entrada y salida, contando con abundante vegetación.

Se pueden observar canales bien marcados en la entrada y en la salida de la misma.

Al norte de la ruta el canal recorre paralelamente el barrio “Golf Club” en toda su longitud, y al sur de la misma, existe un canal con una pendiente muy pronunciada de sentido norte a sur que tiene una traza paralela al camino de acceso a barrio “Buena Vista” y descarga en la Laguna Soto.

También se pueden visualizar en la calzada fisuras y baches reparados exactamente en la sección donde se localiza esta alcantarilla.

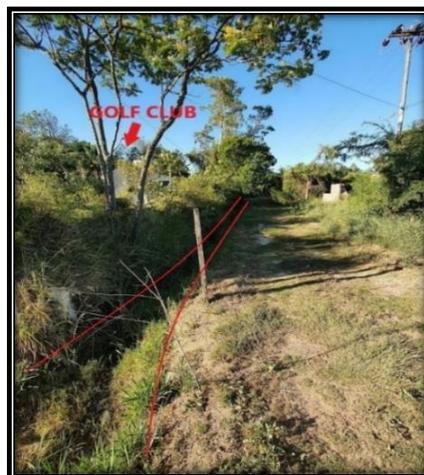


Figura 40. Canal del lado norte de la ruta que recorre toda la longitud del barrio Golf Club
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 41. Canal a la salida de la misma que se ubica paralelo al ingreso del barrio Laguna Brava hasta descargar en la laguna (Fuente: Elaboración propia).

4.1.2.3 Alcantarilla N°3 – Progresiva 3.060,00m

Esta es una alcantarilla compuesta de tubos de H°A° con diámetro de 0,80m y largo total de 14m.

Existe falta de mantenimiento en la entrada y salida de la misma por el largo de la vegetación, y además, se evidencia que en la sección donde están colocados, el pavimento presenta signos de agrietamiento y hundimiento, debido a la poca capacidad estructural de los caños.



Figura 42. Ingreso del lado norte de la alcantarilla (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 43. Bache generado por encima de la alcantarilla (*Fuente: Elaboración propia*)

4.1.2.4 Alcantarilla N°4 – Progresiva 3.850,00m

Es una alcantarilla compuesta por tubos de H°A° con diámetro de 0,80m y largo total de 13m, los mismos se encuentran en buenas condiciones estructurales y se puede apreciar un cierto mantenimiento en la vegetación a ambos lados de la misma.

A simple vista se intuye que el funcionamiento original fue afectado, ya que en la sección donde se encuentra existen dos barrios privados de gran extensión establecidos en los últimos años, donde se realizó una elevación del terreno, lo cual modificó el comportamiento de los escurrimientos generados.



Figura 44. Ingreso de la alcantarilla desde el lado norte de la ruta (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 45. Estado de la cuneta en la zona donde se ubica la alcantarilla (*Fuente: Elaboración propia*)

4.1.2.5 Alcantarilla N°5 – Progresiva 4.431,00m

En esta progresiva se localiza una alcantarilla de H°A° del Tipo O-41211-I en buenas condiciones con las siguientes medidas: largo 14m; altura 1,5m y ancho de 2m.

Se trata de la alcantarilla de mayor tamaño a lo largo de la traza de la ruta y por lo que se puede apreciar en campo, la que mayor área de aporte recibiría; también existe un canal excavado desde una laguna situada al norte de la ruta que descarga en esta alcantarilla.

En esta misma sección se encuentra el ingreso al Barrio “Aranduroga”, el cual dispone de una alcantarilla compuesta por 4 tubos de H°A° de diámetro 80cm, dando continuidad al canal.



Figura 46. Canal excavado parcialmente que puede verse desde la laguna hasta la descarga en la entrada de la alcantarilla (*Fuente: Elaboración propia*)

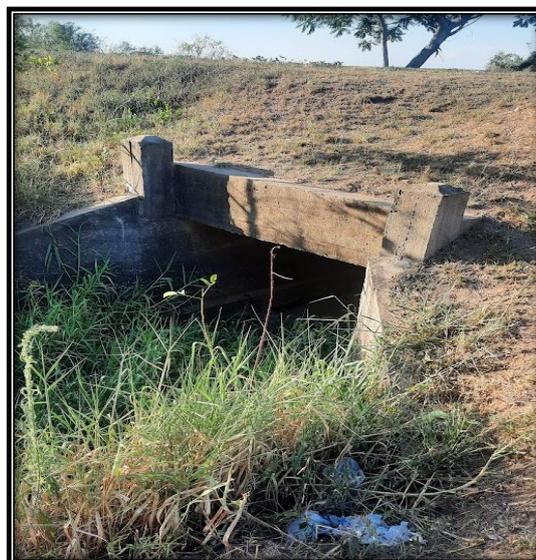


Figura 47. Salida de la alcantarilla en el lado sur de la ruta (*Fuente: Elaboración propia*)

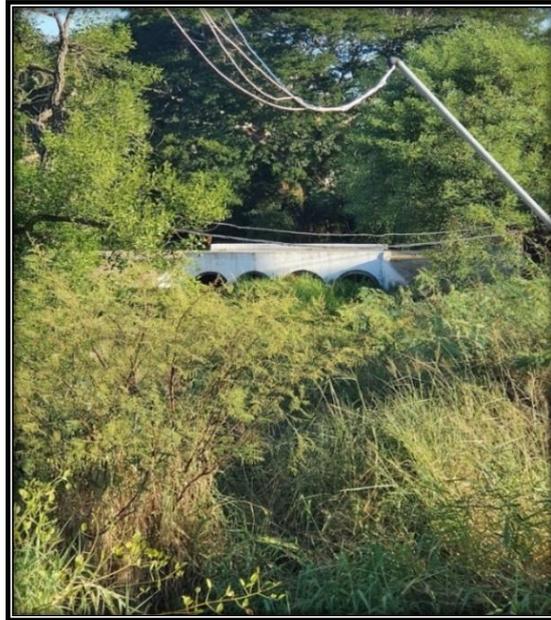


Figura 48. Alcantarilla construida por el barrio Aranduroga en el camino de ingreso
(Fuente: Elaboración propia).

4.1.2.6 Alcantarilla N°6 – Progresiva 8.550,00m

Esta es una alcantarilla compuesta de tubos de H°A° con diámetro de 0,80m y largo total de 13m. Existe una falta de mantenimiento en ambos extremos.

Aguas abajo de la misma puede visualizarse una zona de esteros de gran tamaño y aguas arriba una pequeña acumulación de agua que se encuentra dentro de una propiedad privada.



Figura 49. Ingreso de la alcantarilla del lado norte de la ruta que no puede verse debido a la cantidad de vegetación (Fuente: Elaboración propia)



Figura 50. Cuerpo de agua de pequeña superficie del lado sur a la salida de la alcantarilla
(Fuente: *Elaboración propia*)

4.2 Ruta Provincial N°99

4.2.1 Estado general del camino

Esta ruta surge como consecuencia de la existencia de la RP N°43 y se trata de un camino enripiado con un mantenimiento regular, el cual posee un ancho considerable para la materialización del proyecto en cuestión, sin necesidad de la expropiación de terrenos.

El diseño geométrico es una línea recta desde la RP N°43 hasta la Av. Raúl Alfonsín, en este punto se encuentra la única curva dentro la traza, continuando su recorrido hasta la RP N°5.

Las características hidrológicas y de suelo de la zona en la que se emplaza son semejantes a las ya mencionadas sobre la RP N°43.

Uno de los aspectos a destacar es que posee dos cunetas con buen mantenimiento a ambos lados del camino de aproximadamente 1m de ancho y 0,50m de profundidad, permitiendo un correcto funcionamiento del sistema de desagüe pluvial.

La ruta carece de señalización e iluminación, a excepción de los ingresos a los barrios privados que se sitúan sobre ella u otros postes de alumbrado aislado que se encuentran próximos a pequeños asentamientos residenciales.

A lo largo de toda la traza no se presentan instalaciones como garitas o dársenas de ingreso a los barrios.

En la prog. 1+150,00 m se encuentra una estación policial en buenas condiciones.

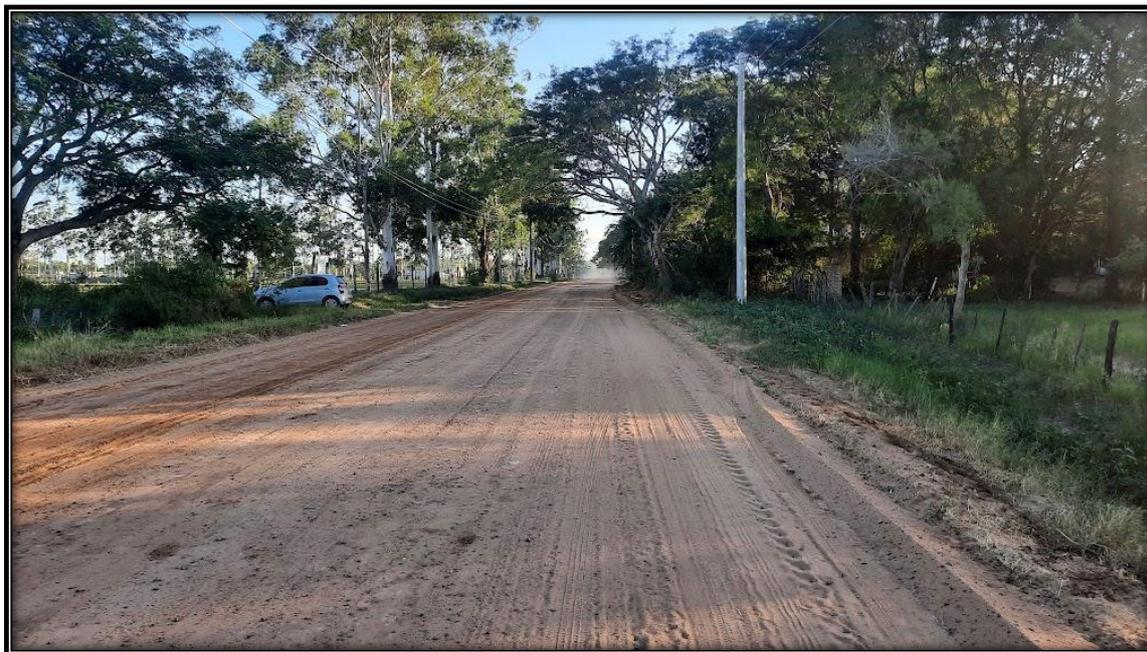


Figura 51. Estado actual de la calzada de la RP N°99 (Fuente: Elaboración propia)

4.2.2 Estado de las alcantarillas

En el relevamiento realizado se encontraron 3 alcantarillas existentes, las cuales atraviesan el camino en forma transversal.

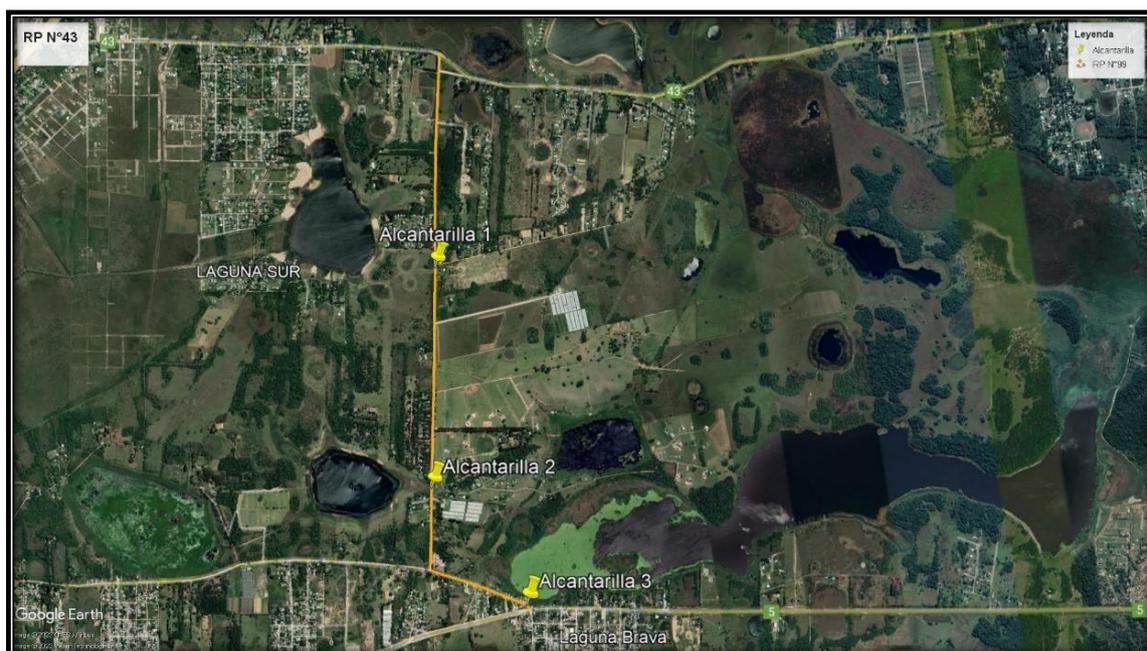


Figura 52. Alcantarillas existentes en la traza de la RP N°99 (Fuente: Google Earth, ¿año?)

Se observó que las alcantarillas se encuentran estratégicamente ubicadas debido al pase de canales que existen en sentido este – oeste, los cuales conectan las lagunas y esteros que se encuentran en la zona, así como también que en los lugares en que se sitúan son zonas bajas, con un alto potencial a ser inundadas durante los períodos intensos de lluvias.

4.2.2.1 Alcantarilla N°1 – 1.545,00m:

Se trata de un tubo de hormigón con diámetro de 0,80 m que se encuentra estructuralmente en buenas condiciones; sin embargo, la canalización carece de mantenimiento, encontrándose abundantes pasturas y barro tanto en su entrada como salida, al punto de que no se puede distinguir a simple vista la presencia de la alcantarilla.

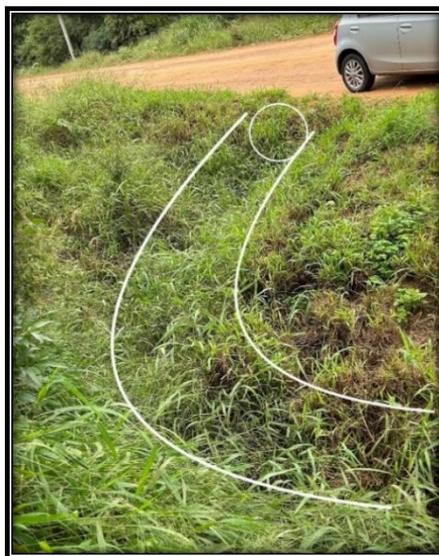


Figura 53. Alcantarilla existente en la Prog. 1+730 (Fuente: Elaboración propia)

4.2.2.2 Alcantarilla N°2 – Prog. 3.042,00m:

Esta materializada con mampostería de ladrillo común y hormigón, la misma descarga directamente a una laguna cercana ubicada al oeste.

Durante el relevamiento observó que existe mantenimiento de la misma, pero que resulta insuficiente, ya que la sección de la misma se encuentra reducida por una gran cantidad de barro.



Figura 54. Alcantarilla de ladrillo y hormigón sobre la Prog. 3+532 (Fuente: Elaboración propia)

4.2.2.3 Alcantarilla N°3 – Prog. 4.330,00m:

Se encuentra muy próxima a la intersección con RP N°5. Esta materializada con tubos de hormigón armado con diámetro de 0,80m, y cuenta con un buen mantenimiento. Al momento del relevamiento observó que existe vegetación en el canal, pero que no afecta el correcto funcionamiento de la misma.

La alcantarilla se encuentra cercana a la Laguna Brava, el cuerpo más grande de agua existente en la zona analizada por lo que su ubicación es estratégica y corresponde un análisis especial.



Figura 55. Salida hacia RP N°5 de la alcantarilla (Fuente: Elaboración propia).

4.2.3 Barrios privados

La ruta se caracteriza por la presencia de 3 barrios privados, “Club de Campo Dos Lunas”, “Buffalo Country Club”, “Laguna Pueblo” y zonas residenciales aisladas.

Estos barrios fueron emplazados durante los últimos 10 años debido a la tendencia que surgió de aprovechar las lagunas con un fin recreativo y a la vez de la necesidad de muchas familias de trasladarse a una zona más tranquila y segura o de poseer un lugar para pasar el fin de semana.

Los barrios fueron rellenados, compactados y loteados, cambiando por completo el uso del suelo de la zona, comprometiendo el escurrimiento natural del agua.

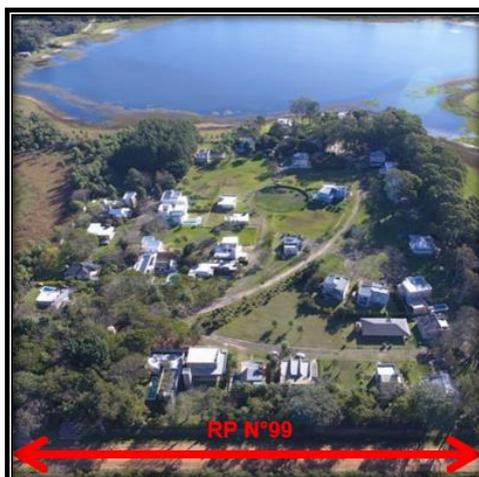


Figura 56. Barrio “Laguna Pueblo Nuevo” (Fuente: Pagina web del barrio)

Dentro de estos, “Laguna Pueblo” es el que posee mayor densidad habitacional, situado al oeste de la ruta, es el más antiguo de los tres contando con un total de 68 lotes.

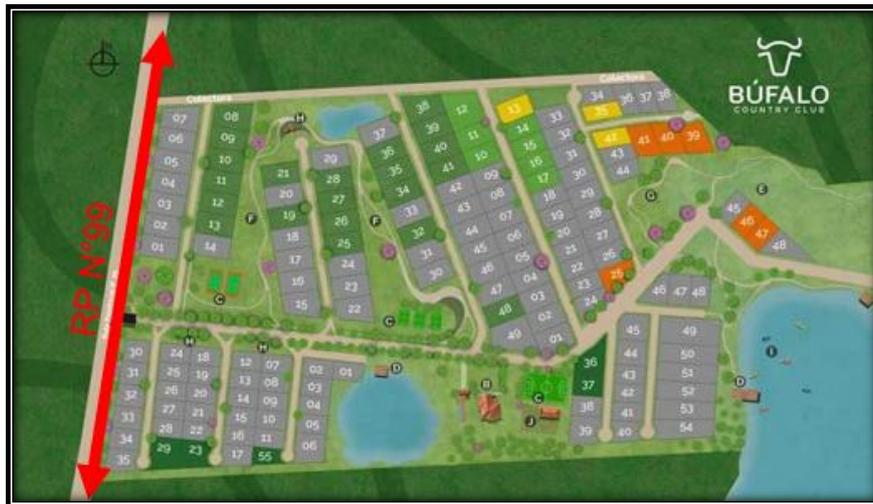


Figura 57. Barrio “Búfalo Country Club” (Fuente: Pagina web del barrio)

Buffalo Country Club y Club de Campo Dos Lunas se sitúan al este de la RP N°99; el primero de ellos cuenta con un total de 145 lotes residenciales y el segundo con 63. Ambos poseen grandes superficies verdes aun no construidas, pero si intervenidas por el hombre.

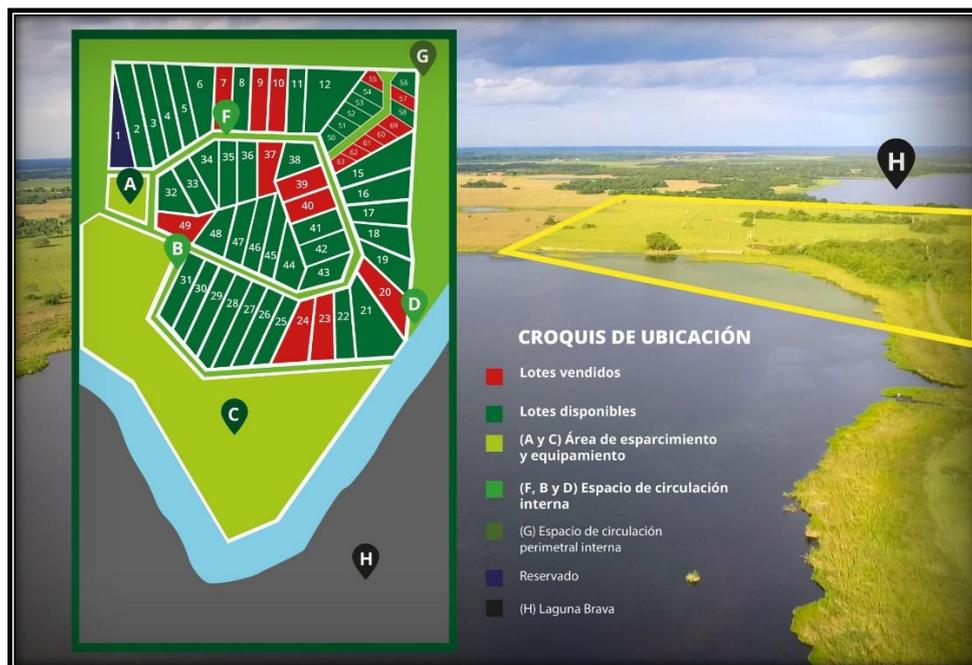


Figura 58. Barrio “Club de campo Dos Lunas” (Fuente: Pagina web el barrio)

En cuanto a las superficies de los mismos, “Laguna Pueblo” tiene un total de 10,2 ha, “Buffalo Country Club” 37 ha, “Club de Campo Dos Lunas” 67 ha y la zona residencial 26,1 ha.



Figura 59. Totalidad de barrios a lo largo de la traza (Fuente: Google Earth, 2018)

4.3 Ruta Nacional N°12

En la RN N°12 fue necesario relevar las alcantarillas existentes y los canales de mayor importancia que previamente se observaron desde las imágenes satelitales ya que tienen una influencia directa sobre la zona analizada (Figura 60).

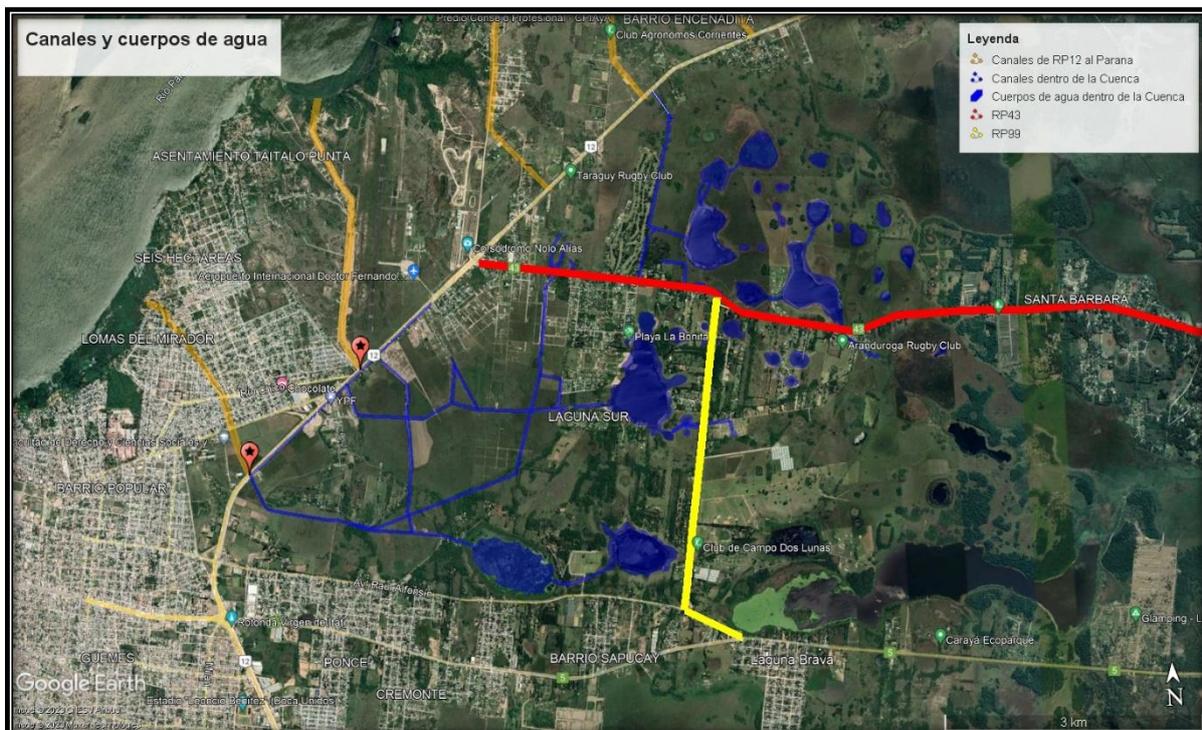


Figura 60. Canales marcados con imágenes de épocas con grandes precipitaciones en la zona (Fuente: Google Earth, 2018)

4.3.1 Alcantarilla 1 – Prog. 1.032,00m:

Se trata de una alcantarilla que atraviesa de forma diagonal la RN N°12 y fue construida durante el proyecto de la Travesía Urbana RN N°12 que se encuentra en ejecución. La sección de entrada es de 7m de ancho y 1,5m de profundidad, mientras que la sección de salida es de 5m de ancho y 1,5m de profundidad.

A la entrada y a la salida de la misma pueden observarse canales bien marcados con falta de mantenimiento y una gran cantidad de vegetación, cuya traza pudo identificarse con ayuda de fotografías aéreas.



Figura 61. Ingreso del lado este de la ruta con mucha vegetación existente (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 62. Canal de ingreso hacia la alcantarilla (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 63. Salida de la alcantarilla hacia el oeste de la ruta (*Fuente: Elaboración propia*)

4.3.2 Alcantarilla N°2 – Prog. 1.034m:

Es una alcantarilla de sección cuadrada con 3m de altura y 5m de ancho, la cual descarga en un canal de dimensiones similares, cuya traza recorre el límite del terreno del Aeropuerto Internacional “Doctor Fernando Piragine Niveyro” hasta descargar en el cauce del río Paraná.

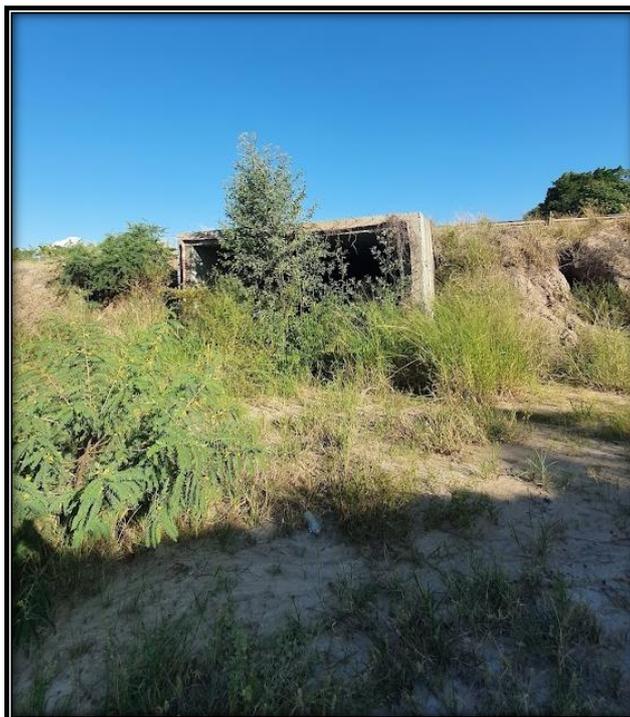


Figura 64. Salida de la alcantarilla hacia el oeste de la ruta (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 65. Salida de la alcantarilla y canal de grandes dimensiones que descarga en el río Paraná (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 66. Canal del lado este de la ruta que descarga la zona en estudio (*Fuente: Elaboración propia*)

En un mapa obtenido de la Municipalidad de Corrientes se puede observar las distintas trazas que conforman la red de desagües pluviales de la ciudad, donde figuran estos canales mencionados que atraviesan la RP N°12 a través de las alcantarillas relevadas y descriptas anteriormente.

Por tanto se puede ver que estas alcantarillas y canales de desagües son de gran importancia para lograr escurrir el agua en exceso que puede generar el área encerrada entre las rutas N°43, N°99 y N°12.



Figura 67. Red de desagües pluviales de la ciudad de Corrientes (Fuente: Municipalidad de Ctes, 2022)

También es posible ver en el proyecto del “Plan Director Hidráulico de Corrientes” el cual prevé agregar más canales que desagüen esta zona y descarguen en las proximidades del cauce del río Paraná.

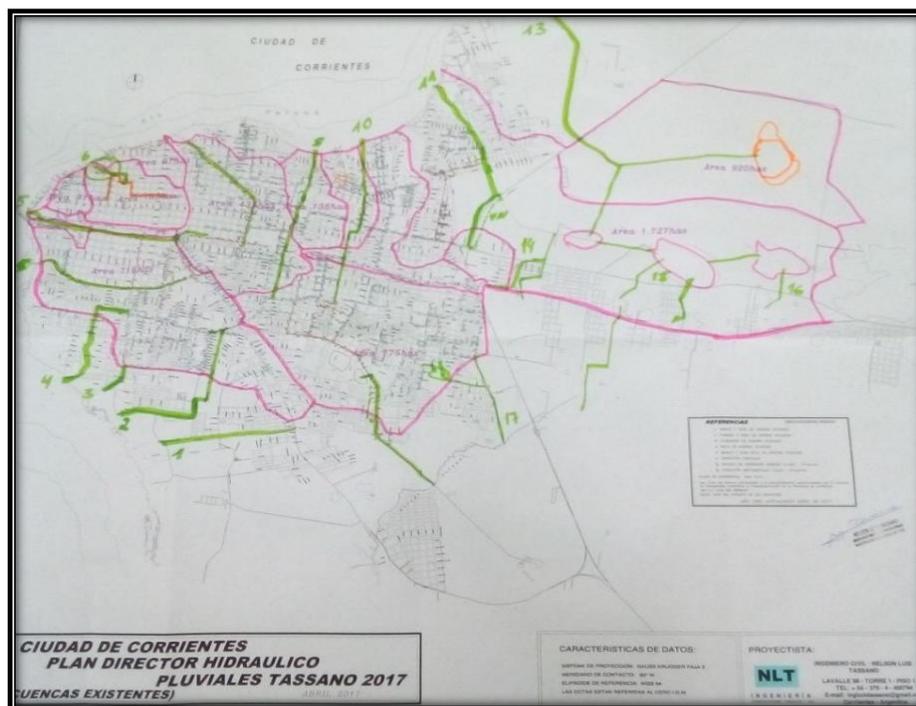


Figura 68. Traza del plan director de la ciudad de Corrientes (Fuente: Plan Director, Tassano, 2017)

5. Estudios Hidrológicos

5.1 Introducción

El análisis se realizará sobre el área de influencia de la RP N°43 y la RP N°99, definida por dos grandes sistemas que inciden sobre el comportamiento hidrológico de la zona estudiada: la cuenca del Riachuelo y el valle fluvial del río Paraná.

La cuenca del Riachuelo está definida por las coordenadas 27° 20' y 27° 40' de latitud sur y 57° 30' y 58° 50' de longitud oeste y comprende una superficie total de 3.460 km².

Esta nace en el este, en Lomas de Arerunguá y luego de 138 km desemboca en el oeste de Corrientes, en el río Paraná. El ancho máximo de la cuenca se encuentra en la parte central donde alcanza los 35 km.

El régimen del río está condicionado por la estacionalidad en la distribución de las lluvias; generalmente tiene una creciente principal desde abril hasta julio, y una secundaria desde septiembre hasta diciembre.

La cuenca no tiene un límite neto, lo cual es una característica típica de algunas cuencas de llanuras. Resulta difícil la delimitación de las subcuencas, produciéndose inclusive transfluencias entre estos subsistemas o incluso con las cuencas vecinas.

Se puede ver que la zona está conformada por esteros y cañadas que son capaces de almacenar agua en los períodos de lluvia, predominando de esta manera los movimientos en sentido vertical del agua como infiltración y evapotranspiración.

La topografía de la zona es uno de los factores más determinantes en cuanto al funcionamiento de la cuenca, ya que el escurrimiento superficial que pueda generarse, al no encontrar suficiente pendiente, se mueve con extrema lentitud.

Basándose en los conceptos mencionados y las características descritas, es posible dividir al sistema hidrológico en subsistemas que afectarán la zona del proyecto mediante la ayuda de mapas hidrodinámicos e imágenes satelitales.

5.2 Anegamientos en la cuenca del río Riachuelo

Una de las mayores riquezas de Corrientes radica en la gran disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea; sin embargo, el relieve plano del norte de la provincia determina ciclos de excesos y déficit de agua.

La zona de interés pertenece a la cuenca alta o sector de bañados y esteros, la misma tiene predominio de flujos laminares o encauzados muy lentos.

“La vegetación acuática y palustre herbácea cubre más de 80% de la superficie y el agua permanece anegando el suelo, habitualmente entre 6 y 10 meses en el año, con una superficie importante de lagunas de poco tamaño de forma redondeada.

Las lluvias torrenciales producen expansión horizontal del área mojada en relación de 4-5:1 al comparar el área anegada con el área ocupada en estiaje.

El índice de forma, o índice de compacidad, que expresa la relación entre el perímetro de la cuenca y el de un círculo de la misma superficie, es de 1,32 en la cuenca alta y la pendiente media, que es un cociente entre la diferencia de cotas entre puntos extremos de una cuenca y la longitud de la misma, tomando toda la cuenca, es de sólo 0,05% en la cuenca alta”.

5.3 Análisis en épocas de inundación

Para comprender el funcionamiento de la zona en estudio, se realizó el análisis de fotografías aéreas en épocas de crecida, ya que al tratarse de una zona muy plana con gran capacidad de almacenamiento, debido al sistema de lagunas que la compone, no existe una tendencia clara del sentido del movimiento del agua.

En 2017 ocurrió un período de precipitaciones extraordinarias que afectó principalmente al norte de Corrientes: mientras que la media histórica es de 1.350 mm/año, entre enero y marzo se acumularon 676 mm y en abril 574 mm, excediendo ampliamente los valores medios históricos que se presentan para ese período.

Así, el 21 de febrero de 2017 se registraron en la ciudad de Corrientes 200 mm en una hora, lo que señala la magnitud de la anomalía.

Esta situación afectó gravemente a varias localidades de Corrientes, como documenta la siguiente tabla:

Tabla 23. Precipitaciones históricas que afectaron la zona en estudio. Fuente ICAA

PROVINCIA DE CORRIENTES	
Precipitaciones entre el 1 y el 25 de abril de 2017	
LOCALIDAD	LLUVIA [mm]
Berón de Astrada	820
Santo Tomé	700
General Paz	654
San Luis del Palmar	570
Corrientes, Capital	540
Itatí	520
Empedrado	515
Ituzaingó	450
Mburucuyá	350

El período crítico se extendió desde febrero hasta mayo de 2017 y se agravó por las transfluencias entre cuencas que al afrontar el máximo anegamiento y no escurrir, generaron flujos en variadas direcciones comportándose como sistemas equipotenciales.

A la situación crítica anteriormente descrita se suma la presencia del fenómeno “El Niño”, en el período 2015-2016, el que produjo un aporte significativo a las reservas de agua en el suelo.

Como consecuencia, gran parte de la cuenca de Riachuelo y especialmente San Luís del Palmar fueron afectadas con importantes pérdidas económicas.

5.4 Análisis del comportamiento hidrológico de la zona

La zona en análisis se caracteriza principalmente por presentar una planicie en toda su extensión con una pendiente media que no supera 0,05%.

En el área se reparten a lo largo de toda su extensión cuerpos de agua y esteros, entendiéndose que el principal funcionamiento del sistema hidrológico analizado se da mediante movimientos verticales, sin escurrimientos encauzados; en otras palabras el agua de lluvia tiende a ser almacenada en las lagunas y esteros, predominando el almacenamiento, la infiltración y evapotranspiración.

Por los motivos antes mencionados, se decide realizar una zonificación de cada uno de los componentes y usos de suelo, y de esta forma determinar subsistemas hidrológicos en los cuales se analizará el funcionamiento de cada uno de ellos y calcularán todos los parámetros necesarios para adecuar hidráulicamente el proyecto.

Para la determinación de los subsistemas hidrológicos, se realizó una yuxtaposición y análisis de toda la información disponible como informes técnicos, imágenes satelitales de inundaciones, curvas de nivel, mapas hidrodinámicos y cartas del IGN, diferenciando cada zona de la planimetría con las siguientes categorías:

- Lagunas y esteros;
- Zonas frecuentemente inundables;
- Barrios privados y asentamientos residenciales;
- Caminos y terraplenes;
- Canales de aguas artificiales;
- Áreas verdes.

Una de las principales herramientas a utilizar para comprender el funcionamiento del sistema es un mapa hidrodinámico elaborado por Popolizio (1973) que explica la estructura y dinámica del Riachuelo, señalando las características fisiográficas de la cuenca.

Si bien el mapa hidrodinámico es una herramienta muy valiosa, no se debe perder de vista que han transcurrido 50 años desde la elaboración del mismo, existiendo una gran intervención del hombre en el uso y manejo del suelo en los últimos años; debido a esto, dicha información fue procesada cautelosamente, utilizando recursos más recientes como imágenes satelitales, lo cual permite actualizar el comportamiento plasmado en los mapas más antiguos a la actualidad (*Plano N°2*).

Mediante el procedimiento descripto anteriormente se confeccionó un mapa en donde se plasmaron todos los aspectos relevantes para la determinación de los subsistemas hidrológicos que permiten realizar el análisis hidráulico correspondiente (*Plano N°3*).

En el mismo, se pueden observar los diferentes elementos con los que se trabajó para el estudio de la zona, como ser:

- Curvas de nivel
- Rutas y caminos
- Cuerpos de agua y esteros
- Canales artificiales y naturales
- Zonas periódicamente inundables
- Barrios residenciales
- Zonas urbanizadas

5.5 Análisis y cálculo de los parámetros hidrológicos

5.5.1 Delimitación de los subsistemas hidrológicos

Teniendo en cuenta las premisas descriptas, se procede a la delimitación de los subsistemas hidrológicos que afectan al proyecto.

Para ello se tuvo en cuenta el comportamiento global de la zona, dividiendo entonces el área en estudio en cinco subsistemas (*Plano N°4*).

Se presenta a continuación una tabla resumen de las principales características de cada uno y posteriormente se describe detalladamente a los mismos.

Tabla 24. Características de los sistemas hidrológicos definidas (*Fuente: Elaboración propia*)

Subsistema Hidrológico	Área [km ²]	Pendiente media [m/m]
SH1	3,08	0,0003
SH2	8,79	0,0003
SH3	3,17	0,0003
SH4	2,37	0,0003
SH5	1,84	0,0003

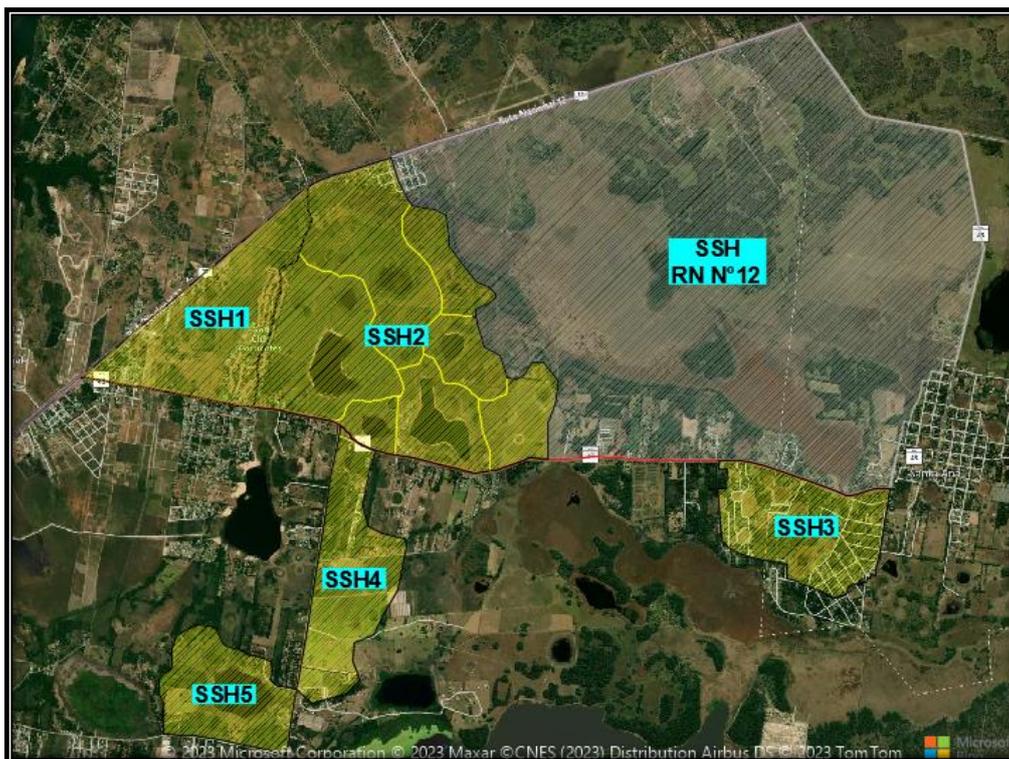


Figura 69. Subsistemas hidrológicos de influencia definidos sobre las rutas en estudio
(Fuente: Elaboración propia)

5.5.1.1 Subsistema hidrológico 1

Se encuentra entre la RN N°12, la RP N°43 y el “Golf Club Corrientes”, tomándose dichos elementos como partaguas (*Plano N°5*).



Figura 70. Subsistema hidrológico N°1 (Fuente: Elaboración propia)

La zona contaba antiguamente con un cuerpo de agua que se puede visualizar en el mapa elaborado por Popolizio (1973); hoy en día dicho cuerpo de agua se observa en las imágenes como una mancha de color más oscuro lo cual representa una zona húmeda con capacidad de almacenamiento.

Se presentan pocas áreas urbanizadas, entendiéndose que se trata de una zona con un alto potencial de ser inundada. Esto se puede apreciar en un mapa catastral de Corrientes, donde se ve que los sitios no urbanizados no se encuentran parcelados (Figura 71).

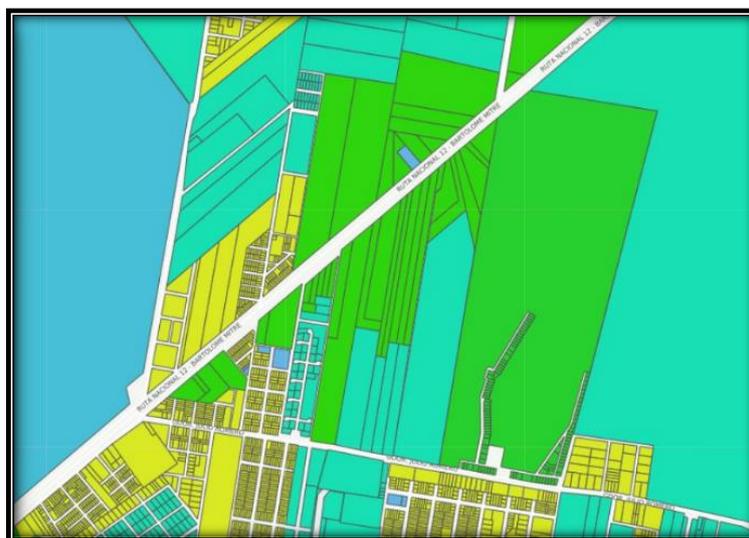


Figura 71. Mapa de catastro parcelario de la zona (Fuente: Municipalidad de Corrientes)

5.5.1.2 Subsistema hidrológico 2

Para la delimitación se tuvieron en cuenta las curvas de nivel, los caminos existentes, la RP N°43 y la RP N°12 (Plano N°6).



Figura 72. Subsistema hidrológico N°2 (Fuente: Elaboración propia)

En las imágenes puede verse un conjunto de lagunas y esteros que contienen agua todos los días del año. Se trata de una cuenca endorreica y para el análisis se considera que almacena toda el agua en sus reservorios, sin generar escurrimientos.

La metodología que se va a adoptar para este subsistema hidrológico es evaluar si los cuerpos de agua y los esteros pueden almacenar una lluvia de diseño.

Este análisis se fundamenta principalmente en la escasa pendiente que posee la zona y la falta de definición del sentido de escurrimiento del agua sobre el terreno natural, no presentando salidas definidas.

Se procede entonces a la división del subsistema en siete áreas de aporte a los diferentes cuerpos de agua y esteros que existen; teniendo en cuenta el uso de suelo, las curvas de nivel y el mapa hidrodinámico.



Figura 73. Sub - sistemas que componen el sistema hidrológico N°2 (Fuente: Elaboración propia)

5.5.1.3 Subsistema hidrológico 3

Se trata del subsistema hidrológico más urbanizado, ya que se encuentra muy próximo a Santa Ana sobre el final de la RP N°43 (Plano N°7).



Figura 74. Subsistema hidrológico N°3 (*Fuente: Elaboración propia*)

En las imágenes pueden observarse manchas oscuras, lo que da indicio a la presencia de agua en algunas épocas del año.

La metodología adoptada para este sistema será similar a la aplicada en el subsistema hidrológico N°1.

5.5.1.4 Subsistema hidrológico 4

Define a la RP N°99 como un parteaguas del mismo. Para su delimitación se tuvo en cuenta las curvas de nivel y los terraplenes de los caminos que existen en la zona, analizando también el área que aporta a la laguna que se encuentra en las cercanías (*Plano N°8*).



Figura 75. Sistema hidrológico N°4 (*Fuente: Elaboración propia*)

Dentro del subsistema no se aprecian cuerpos de agua, pero si diferentes zonas bajas, otras urbanizadas y asentamientos de barrios privados y clubes de campo.

El análisis y estudio de este subsistema será similar al subsistema hidrológico 1, ya que presentan similares características en cuanto al comportamiento y respuesta frente a una precipitación.

5.5.1.5 Subsistema hidrológico 5

Se trata de un subsistema de pocas dimensiones a comparación de los demás y se ubica sobre la intersección de la RP N°99 y la Av. Raúl Alfonsín, tomando a estos caminos como parteaguas del mismo (*Plano N°9*).



Figura 76. Sistema hidrológico N°1 (*Fuente: Elaboración propia*)

Se considera que el funcionamiento es similar al de una cuenca endorreica, y por ende al subsistema hidrológico 2.

El área cuenta con una gran laguna aproximadamente en el centro, comportándose como almacenadora del agua proveniente de las precipitaciones.

Debido a su proximidad a la ruta en análisis, se decide evaluar la respuesta de almacenamiento del cuerpo de agua ante una precipitación de diseño.

5.5.1.6 Subsistema hidrológico RN N°12

Se encuentra comprendido entre el subsistema hidrológico 2, Santa Ana y la RP N°43 (*Plano N°10*).

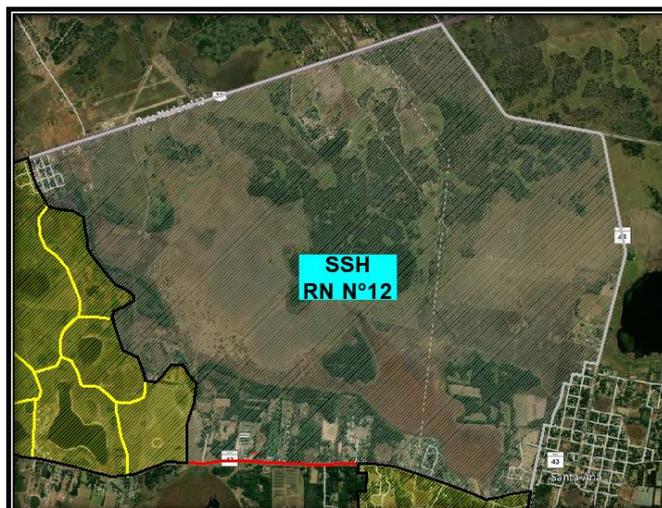


Figura 77. Sistema hidrológico que descarga hacia la RN N°12 (*Fuente: Elaboración propia*)

Si bien no influye en el proyecto, se hace mención a este subsistema debido a su cercanía, tratándose de un área de grandes dimensiones con esteros que desarrolla una leve pendiente hacia la RN N°12, contando esta con 3 alcantarillas que permiten el paso del escurrimiento hacia el sistema hídrico del río Paraná.

5.5.2 Determinación de los tiempos de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo requerido por una gota de agua para escurrir desde el punto más alejado de una cuenca o sistema hidrológico hasta el punto de interés.

Existen diversos métodos para calcularlo, los cuales están en función de diferentes parámetros que describen el comportamiento de los sistemas hidrológicos teniendo en cuenta la pendiente, la longitud del recorrido del agua, la longitud del cauce, la diferencia de nivel entre el punto más alto y el punto más bajo, etc.

Considerando estas premisas y la geomorfología de nuestra cuenca, se decide que el método acorde para el cálculo del tiempo de concentración de los sistemas que se presentan es la ecuación de la onda cinemática.

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

- L (pies) = Longitud del flujo superficial
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning
- i (pulg/h) = Intensidad de lluvia
- S (pies/pie) = Pendiente promedio del terreno

La elección se fundamenta en el tipo de sistema que se está analizando, en donde el agua tiende a escurrir como una lámina por encima del terreno, sin ser encauzada, presentándose un escurrimiento laminar lento debido a la escasa pendiente.

El método de la onda cinemática es un método que requiere iteraciones, ya que tanto la intensidad de lluvia como el tiempo de concentración son desconocidos.

El valor de intensidad se obtendrá de las curvas IDF del AMGR (1960-2019), las cuales se utilizarán para la determinación de la lluvia de diseño y su análisis se desarrollará en el *título 5.7*, utilizando un tiempo de recurrencia de 25 años.

Para iniciar el procedimiento iterativo se recurre al cálculo de un primer “tc” (tiempo de concentración) por medio de la fórmula de Kirpich (1940), la cual fue desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas.

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

- L (pies) = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida
- S (pies/pie) = Pendiente promedio de la cuenca

Este método no se ajusta al comportamiento de los sistemas analizados; sin embargo sirve como herramienta para iniciar el proceso iterativo para la aplicación del método de la onda cinemática.

El procedimiento para la obtención del tiempo de concentración es el siguiente:

- 1) Determinación del tiempo de concentración por medio de la fórmula de Kirpich;
- 2) Obtención de una intensidad de lluvia por medio de las curvas IDF;
- 3) Obtención del tiempo de concentración por medio de la ecuación del método de la onda cinemática utilizando la intensidad de lluvia obtenida en el paso 2);
- 4) Se repite el procedimiento del paso 2) y 3), con la diferencia de que las nuevas intensidades de lluvia se obtendrán ingresando a las curvas IDF con los tiempos de concentración obtenidos a partir de la fórmula del método de la onda cinemática.

Las iteraciones deben repetirse hasta que dos valores consecutivos de tiempo de concentración den iguales, obteniendo así el “tc” final.

En la *Tabla 25* se resumen los valores obtenidos por medio del procedimiento anteriormente descrito:

Tabla 25. Tabla resumen de tiempos de concentración calculados para cada uno de los sistemas hidrológicos (anexo "Capítulo 5") (Fuente: *Elaboración propia*)

CUENCA	Fórmulas de Tc		Tc adoptado
	Kirpich	Ecuación de la onda cinemática	
SC-1	2,16 h	2,81 h	2,75 h
SC-2	1,86 h	2,24 h	2,25 h
SC-3	2,19 h	2,85 h	2,75 h
SC-4	2,12 h	2,76 h	2,75 h
SC-5	1,74 h	1,83 h	1,75 h

5.5.3 Tiempo de recurrencia adoptado

Los pliegos de especificaciones Técnicas Generales y Particulares de la Dirección Provincial de Vialidad de Corrientes (DPV) no especifican tiempos de recurrencia para las adecuaciones hidráulicas viales.

Debido a esto y teniendo en cuenta que no se debe sobredimensionar el proyecto con tiempos de recurrencia grandes para que resulte económicamente factible, se consultaron diferentes tablas utilizadas en los proyectos de obras viales.

Tabla 26. Tiempo de diseño recomendado (Fuente: *Manual de carreteras, 2020*).

ELEMENTO DE DRENAJE	TDMA		
	Alto (> 2.000)	Medio (500 a 2.000)	Bajo (< 500)
Pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad	50	25	-
Elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25	10	-
Obras de drenaje transversal	Puentes y viaductos	100	50
	Obras pequeñas de paso	25	-
Vías urbanas	10	10	10
Imbornales, caces y sumideros	2 a 5	2 a 5	2 a 5

Tabla 27. Tiempo de diseño recomendado. (Fuente: *W. Jarocki, 1992*)

CATEGORÍA DEL CAMINO	TIEMPOS DE RECURRENCIA		
	TERRAPLENES	PUENTES	ALCANTARILLAS
Autopistas urbanas y rurales	100	100	50
Rutas principales	50	50	25
Camino vecinales	25	25	10
Camino provisorios	10	10	5

Tabla 28. Tiempo de diseño recomendado (*Fuente: Guía de drenajes para caminos de la AASHTO, 1997*).

PARÁMETROS	CLASIFICACIÓN		
	1	2	3
Daño a las propiedades	Bajo	Medio	Alto
Daño al camino	Bajo	Medio	Alto
Pérdidas potenciales de vida	Bajo	Medio	Alto
Altura de terraplén	Menor a 6 m	6 m a 15 m	Mayor a 15 m
Costo de reconstrucción	Bajo	Medio	Alto
TMDA	Menor a 100	100 a 750	Mayor a 750
Rutas alternativas	Si	Mala calidad	No
Sección de camino inundados	Si	Eventual	No
Caudales registrados mayores que el caudal para TR 50 años	Ninguno	Uno	Varios
Valor estratégico	No	No	Si
Efecto sobre la economía local	Bajo	Medio	Alto

Promedio ponderado = 1,63

Tabla 29. Promedio ponderado de la clasificación (*Fuente: Elaboración propia*)

PROMEDIO PONDERADO DE LA CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE RECURRENCIA (años)
1	10 a 25
2	25 a 50
3	Más de 50

Teniendo en cuenta las tablas de los diferentes autores se decide adoptar un tiempo de recurrencia igual a 25 años.

5.5.4 Determinación de la lluvia de diseño

Para la determinación de la lluvia de diseño se utilizaron las curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) del Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR) 1960 - 2019.

El objetivo de las curvas IDF es ubicar adecuadamente la probabilidad de ocurrencia de eventos de precipitación de diferente magnitud que producen situaciones de inundación en áreas urbanas.

Se decide utilizar estas curvas del AMGR debido a la inexistencia de información o de datos para la zona en análisis.

Tabla 30. Curvas IDF AMGR 1960 – 2019 (Fuente: APA).

TR (años)	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (mm/h)						
	DURACIÓN (minutos)						
	15	30	45	60	120	180	240
2	102,5	77	62,6	51,1	33,3	25,3	20,9
5	129,6	95,7	80,2	66,4	45,1	35	28,8
10	145,6	106,7	90,5	75	53,3	42	34
25	163,8	119,5	102	84,8	64,2	51,8	40,6
50	176,1	128,3	109,6	91,3	72,7	59,7	45,5

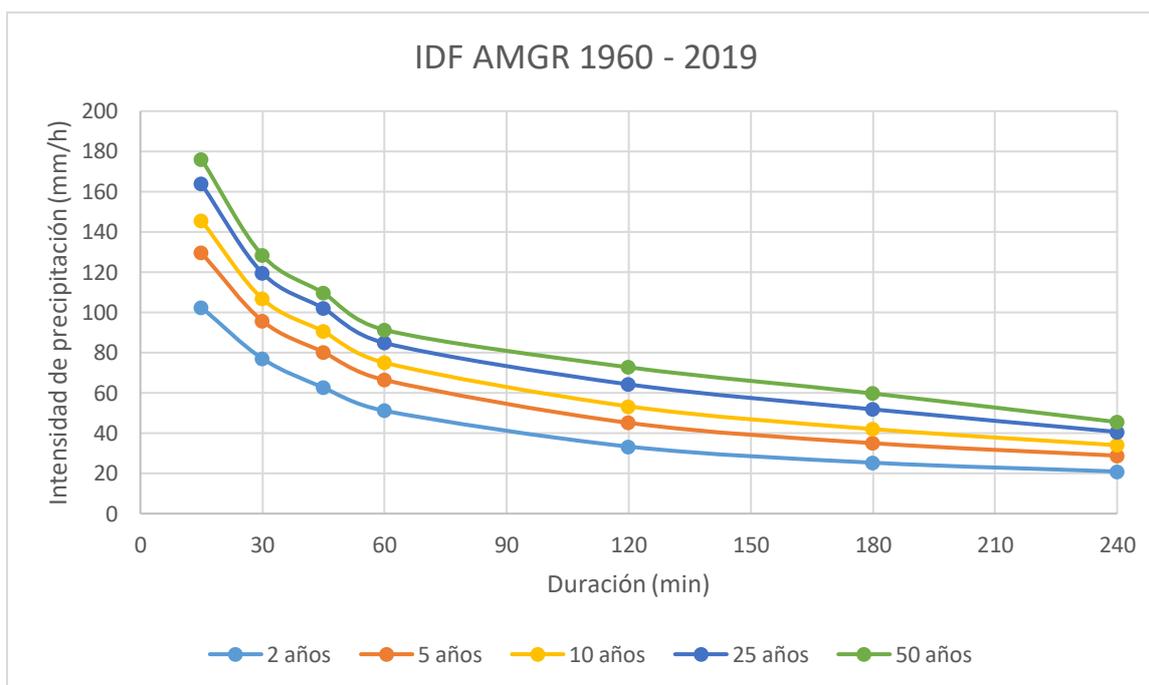


Figura 78. IDF AMGR 1960 – 2019 (Fuente: APA)

Las curvas responden a la siguiente expresión:

$$I_p \text{ (mm/h)} = \frac{A}{(T_d + B)^C}$$

- A, B y C son parámetros de ajuste
- Td = Duración del evento en minutos

Tabla 31. Parámetros de ajuste para las curvas IDF (Fuente: APA)

TR (años)	Parámetros		
	A	B	C
2	2711,632	29,742	0,871
5	2725,371	29,434	0,82
10	2740,193	29,19	0,791
25	2760,347	28,989	0,755
50	2786,493	28,757	0,741

El hecho de que se pueda realizar esta transposición de las curvas, se fundamenta en la similitud que existe entre el AMGR y Corrientes: es meteorológicamente homogénea.

En ambos lugares se producen tormentas de similares características en cuanto a tiempo, duración y frecuencia. Sumado a esto, se puede mencionar que las condiciones de humedad, presión y temperatura son iguales por lo que los eventos de lluvia se dan en iguales condiciones climatológicas.

Otro de los aspectos que validan la adopción de ellas, son los aspectos geográficos y orográficos; ambas zonas cuentan con similares altitudes y características de relieve, así como también los vientos que afectan el comportamiento hidrológico.

Tabla 32. Comparación de comportamiento hidrológico entre Corrientes y Resistencia
(Fuente: Elaboración propia)

Parámetro	Corrientes	Resistencia
Precipitación media anual	1.568 mm	1.517 mm
Días de lluvia promedio en el año	83	84
Períodos de lluvia	octubre a mayo	octubre a mayo
Temperatura media	21,5 °C	21,5 °C
Humedad media	72,4%	71%
Altitud	52 m	50 m

Teniendo en cuenta la clasificación de los subsistemas hidrológicos realizada en el *título 5.6* y el tiempo de recurrencia adoptado en el *título 5.7*, se procede a la determinación de los hietogramas que serán utilizados para la obtención de los caudales.

El hietograma reflejará la evolución y distribución de la precipitación a lo largo de la duración de la tormenta para el período de retorno adoptado.

El método utilizado para la confección de los hietogramas será el método de bloques alternos, tomando como duración de la tormenta igual al tiempo de concentración de los subsistemas hidrológicos y dividiendo en intervalos de 15 minutos.

El procedimiento consiste en ingresar a las curvas IDF con los tiempos de cada uno de los intervalos adoptados y obtener los valores de intensidad, con dichos valores de intensidad, dividiendo por el tiempo acumulado se calcula la precipitación caída, con la cual se puede obtener los ΔP de cada intervalo.

Tabla 33. Procedimiento de cálculo del método de los bloques alternos (Fuente: Elaboración propia)

t (min)	i (mm/h)	P (mm)	ΔP (mm)
t1	i1	$P1 = i1/t1$	P1
t2	i2	$P2 = i2/t2$	$P2 - P1$
t3	i3	$P3 = i3/t3$	$P3 - P2$
t4	i4	$P4 = i4/t4$	$P4 - P3$
t5	i5	$P5 = i5/t5$	$P5 - P4$
t6	i6	$P6 = i6/t6$	$P6 - P5$

t_n	i_n	$P_n = i_n/t_n$	$P_n - P_6$
-------	-------	-----------------	-------------

Una vez obtenidos todos los valores de precipitación discretizados para cada uno de los intervalos de tiempo adoptados, se procede a la construcción del hietograma.

El hietograma se construye colocando la precipitación del intervalo más lluvioso en el centro del mismo; a su derecha se coloca la precipitación registrada en el segundo intervalo más lluvioso y a la izquierda la registrada en el tercero más lluvioso.

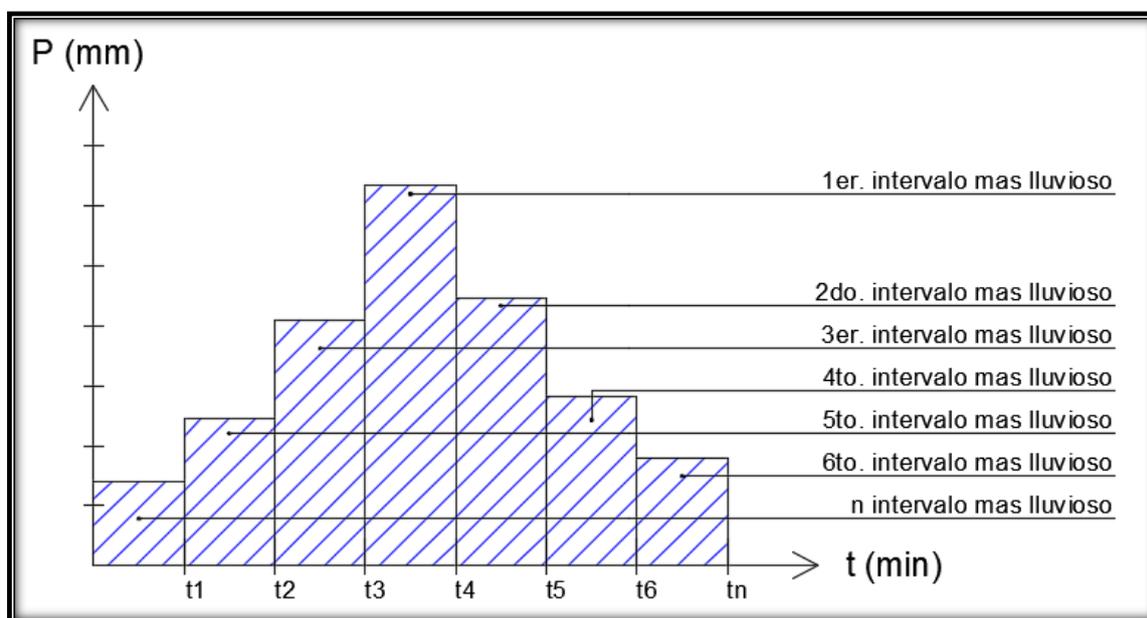


Figura 79. Hietograma generado por el método del bloque alterno (*Fuente: Elaboración propia*)

Debido a la similitud en los valores de los tiempos de concentración de los subsistemas hidrológicos 1, 3 y 4; se decide utilizar el del subsistema hidrológico 4 y obtener de esta manera un único hietograma para los mismos.

Para los subsistemas hidrológicos 2 y 5 se utilizaron los tiempos de concentración correspondientes a cada uno de ellos.

Los cálculos y resultados se encuentran en el *anexo "Estudios hidrológicos"*.

5.5.5 Determinación del caudal de diseño

Con los hietogramas obtenidos para los subsistemas hidrológicos 1, 3 y 4 se procede al cálculo de los caudales de diseño.

El motivo por el cual solo se calculan los caudales para los mencionados subsistemas, es debido a que para los subsistemas 2 y 5, se realizará un balance teniendo en cuenta lo mencionado en los *apartados 5.5.1.3 y 5.5.1.5*. El cálculo para la obtención de los valores de caudal mediante el balance de volúmenes realizado para los sistemas 2 y 5 se desarrolla en el *anexo "Estudios hidrológicos"*.

Para esto se utilizó el programa HEC – HMS del Cuerpo de Ingenieros de los EEUU, el cual permite realizar la transformación de lluvia en caudal por medio de diferentes metodologías.

En este caso se utilizará la metodología del Sistema de Conservación de Suelos de EEUU (SCS), también conocido como “número de curva” para la determinación de las abstracciones.

Las fórmulas utilizadas por el método son las siguientes:

$$\frac{P - I_a - Q}{S} = \frac{Q}{P - I_a}$$

- $P - I_a - Q$ = Retención real [pulg]
- S = Retención potencial máxima [pulg]
- $P - I_a$ = Escorrentía potencial máxima [pulg]

En la práctica se ha demostrado que I_a es 20% de la retención potencial máxima, por lo que la ecuación del escurrimiento puede escribirse como:

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

El valor de la retención potencial máxima se relaciona con el número de curva de escorrentía (CN), el cual es uno de los parámetros más importantes del método. Este parámetro me representa la capacidad de escurrimiento que tienen las diferentes coberturas del suelo, siendo $CN = 100$ para zonas pavimentadas y $CN = 0$ para el caso que no exista escurrimiento superficial.

$$CN = \frac{1000}{10 + S}$$

Teniendo en cuenta lo mencionado, para determinar el valor de la lluvia neta se debe realizar el cálculo del valor de CN en función de los distintos usos de la tierra, las condiciones del suelo y las condiciones de humedad al momento de la precipitación.

Los valores de CN se encuentran tabulados en función de los parámetros descriptos anteriormente.

Una vez determinadas las abstracciones por medio del SCS, se obtiene el valor de lluvia neta.

Aplicando la metodología de obtención del Hidrograma Unitario Sintético del SCS, y con la lluvia neta, se puede obtener los valores de caudal pico y tiempo al pico.

El hidrograma se trata de un hidrograma adimensional en el cual, el caudal se expresa por la relación del caudal “q” con respecto al caudal pico “qp” y el tiempo por la relación del tiempo “t” con respecto al tiempo de ocurrencia del pico en el hidrograma unitario “Tp”, permitiendo distribuir los volúmenes en el tiempo.

El método recomienda que el tiempo de recesión del hidrograma puede aproximarse a $1,67T_p$ y demuestra que el área debajo del hidrograma unitario es igual a la escorrentía directa de 1 cm:

$$qp = \frac{C \times A}{T_p}$$

- A: Área de drenaje en km^2
- qp: Caudal pico en m^3/s
- T_p : Tiempo al caudal pico en unidades de tiempo

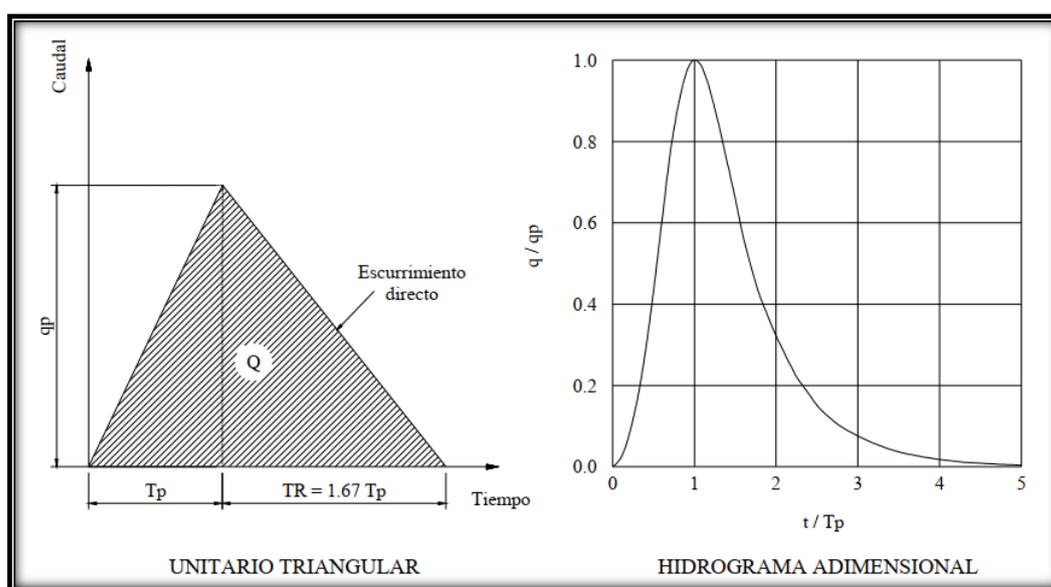


Figura 80. Hidrograma generado por el método del SCS (Fuente: Ven Te Chow, 2000)

Se puede expresar al tiempo al pico en términos del tiempo de concentración teniendo en cuenta la siguiente relación:

$$T_p = 0,7 \times T_c$$

Para calcular los hidrogramas aplicando la metodología descrita se utiliza el programa HEC – HMS, el cual, introduciendo los valores de CN, características físicas del sistema y de la tormenta.

5.5.5.1 Cálculo de los números de curva (CN)

Utilizando todas las herramientas mencionadas para la determinación de los subsistemas hidrológicos, se calculó el valor de CN para cada uno.

El procedimiento de cálculo para la obtención de los valores de CN se detalla en el *anexo “Estudios hidrológicos”*.

El valor de CN utilizado corresponde a un CN II, el cual representa una condición de humedad antecedente media para los subsistemas analizados.

5.5.5.2 Caudales obtenidos utilizando HEC – HMS

Con todos los parámetros calculados, se determinaron los caudales picos generados por los hietogramas de diseño:

Tabla 34. Caudales obtenidos para los subsistemas hidrológicos (*Fuente: Elaboración propia*)

Subsistema Hidrológico	Caudal Pico [m3/s]
1	0,6
3	0,8
4	0,2

5.5.5.3 Balance de masa

El balance de masa se realizó para los subsistemas hidrológicos 3 y 5, debido a su funcionamiento descrito en los *apartados* 5.5.1.2 y 5.5.1.5.

El análisis se basó en obtener el valor de lluvia neta por medio del método del SCS, calculando los valores de CN, lo cual permitió obtener el volumen que se deberá almacenar y compararlo con la capacidad de almacenamiento disponible.

El caudal de descarga es nulo, ya que ambos funcionan como sistemas de almacenamiento, por lo tanto, mientras no se genere un cambio abrupto en el uso de suelo de estos sistemas, ante las lluvias de diseño elegidas, estos serán capaces de almacenar todo el volumen de precipitación que reciban (*Tabla 35*).

El procedimiento consiste en calcular las abstracciones por el método del SCS para luego obtener la lluvia neta.

Con esta se puede calcular los volúmenes que serán necesarios almacenar en los cuerpos de agua.

Se adopta una profundidad media para los cuerpos de agua de 0,50 m. Multiplicando la misma por el área de cada uno de los cuerpos, se obtiene el volumen almacenado.

Para determinar la capacidad de almacenamiento de los cuerpos de agua, se le suma al volumen almacenado actual, el volumen disponible para almacenar. Este se calcula tomando una altura de 0,50 m por encima del pelo de agua existente multiplicado por la superficie a la que llegaría con dicha altura.

El área se obtiene mediante las curvas de nivel evaluando hasta donde llegarían los márgenes de los cuerpos de agua, si su nivel se elevara 0,50 m.

Obtenido el volumen disponible para almacenar, se lo compara con el volumen generado por la precipitación. Si el primero es mayor, toda la lluvia neta será almacenada en los cuerpos de agua sin generar escurrimiento directo; de lo contrario la precipitación generaría un caudal.

En ambos sistemas se verifica la condición de que los cuerpos tienen la suficiente capacidad de almacenamiento, sin generar escurrimiento directo.

Tabla 35. Caudales obtenidos para los subsistemas hidrológicos 3 y 4 (*Fuente: Elaboración propia*)

Subsistema Hidrológico	Escurrecimiento directo [m³/s]
3	0
5	0

El detalle del cálculo del SH2 y SH5 se encuentra en el *anexo "Estudios hidrológicos"*.

6. Cálculos hidráulicos

6.1 Introducción

El estudio hidrológico realizado sobre la zona de interés de este proyecto permitirá obtener valores de caudales generados en función de un análisis detallado de sus características topográficas, hidrodinámicas, pluviométricas, edafológicas, morfológicas, etc.

La importancia final de este análisis es verificar si el sistema de desagüe tiene la capacidad suficiente para permitir el paso natural del agua, o funciona como un obstáculo para la misma, generando un cambio en el comportamiento natural del ecosistema lindante.

A lo largo de este capítulo se desarrollará cada uno de los sistemas definidos anteriormente planteando las ecuaciones hidráulicas sobre la capacidad de las obras de arte existentes para evaluar si es necesario adoptar otras de mayor tamaño o son suficientes.

Se evaluará si es necesario reemplazar alguna obra de arte debido a su estado estructural o quitar por encontrarse en una posición incorrecta.

6.2 Sistemas sobre RP N°43

6.2.1 Sistema hidrológico N°1

6.2.1.1 Alcantarilla N°1 – Progresiva 964,50m

En las imágenes satelitales se distingue un canal que parte desde la zona más baja donde anteriormente existía un cuerpo de agua y se dirige hacia el norte hasta descargar muy cerca del cauce del río Paraná.



Figura 81. Canal de descarga de zona baja del SH-1 (Fuente: Elaboración propia)

En primera instancia se planteó descargar parte del caudal generado por la cuenca con el canal mencionado, pero en la visita de campo se observó que se encuentra en mal estado actualmente.

Al analizar la información topográfica se determina que el área delimitada genera un aporte hacia la RP N°43.

En las imágenes satelitales de épocas húmedas no se distingue agua acumulada en esa zona baja debido a que el canal ayuda a descargarla. Con el fin de no depender de la realización del mantenimiento, la alcantarilla se dimensionará con la totalidad del caudal calculado, sin tener en cuenta el aporte que podría generar ese canal a descargar el sistema.

Por tanto, con el caudal obtenido se elige una alcantarilla tipificada por DNV y se reemplaza el tubo de hormigón que se encontraba, por una alcantarilla de mayor tamaño.

Se adoptó la alcantarilla Tipo “O-41211-I” de los planos tipo de DNV (*Plano N°11*).

En los *anexos “Estudios hidráulicos”*, se desarrolla detalladamente la secuencia de cálculo de la alcantarilla con ayuda del programa HY-8.

El caudal que debe ser capaz de dejar pasar la alcantarilla es de:

$$q_{SH-1} = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para ese caudal, se adoptó una alcantarilla rectangular de las siguientes dimensiones:

$$A = B \times H = 1 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} = 0,75 \text{ m}^2$$

La alcantarilla obtenida podría ubicarse sin ningún problema reemplazando el tubo de hormigón existente, ya que el tubo tiene diámetro de 0,8m y la altura de la nueva alcantarilla es de 0,75m.

6.2.1.2 Alcantarilla N°2 – Progresiva 1.931,81m

Se ubica en el límite del sistema hidrológico antes mencionado, como puede verse en el *Apartado 4.1.2.1* y en las *Figuras 38 y 39*, se trata de un caño de hormigón donde pueden verse fallas estructurales, lo que provoca la existencia de un bache por encima de la alcantarilla.

En cuanto a su ubicación, tanto en la entrada como en la salida de la misma tiene canales bien marcados: al sur llega un canal paralelo al barrio “Golf Club” que lo recorren toda su longitud sobre el costado este del mismo; en la salida se encuentra la cuneta del camino de ingreso al barrio “Laguna Soto” que finalmente descarga en la llamada laguna “Soto”.

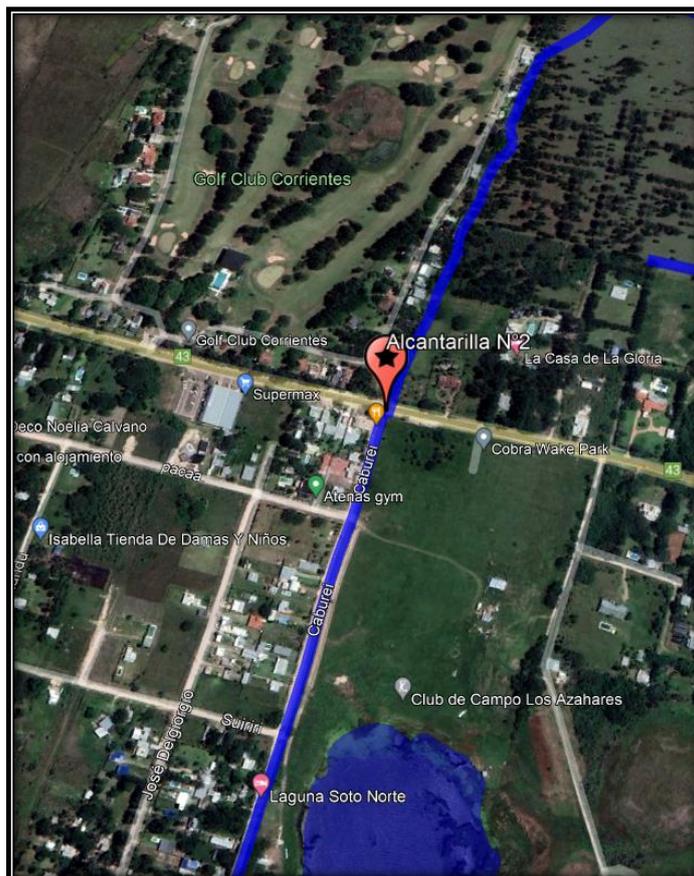


Figura 82. Canales a la entrada y salida de la Alcantarilla N°2 (Fuente: Elaboración propia)

Aunque con la alcantarilla N°1 ya es posible descargar todo el caudal generado por la lluvia de diseño en el sistema hidrológico 1, se decide mantener una alcantarilla en esta ubicación, pero reemplazándola por una del Tipo “O-41211-I” de los planos tipo de DNV, la cual puede ver en el **Plano N°11**.

Se adoptó una alcantarilla rectangular de las siguientes dimensiones:

$$A = B \times H = 1 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} = 0,75 \text{ m}^2$$

Con esto se asegura de que la cuneta reciba un aporte extra por parte de los canales mencionados, que puede generar una altura crítica del pelo de agua mayor a la calculada para definir el perfil de la ruta.

6.2.1.3 Cunetas laterales a lo largo del SH-1

La cuneta debe ser capaz de alojar el aporte de los diferentes sistemas que se ubican en los laterales de la ruta hasta llegar al punto de descarga donde se ubican las alcantarillas.

Por lo tanto, con el mismo caudal de diseño usado en las alcantarillas se realiza la verificación de la altura de pelo de agua, para las medidas de cuneta adoptada en los perfiles transversales.

Se adopta una cuneta con un ancho de base de 1,2m y taludes con un ángulo de 45°.

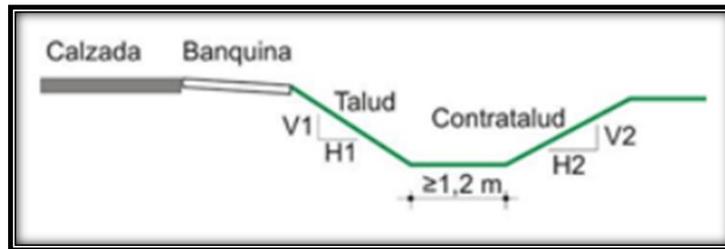


Figura 83. Perfil de la cuneta lateral en RP N°43 (Fuente: Elaboración propia)

Con la utilización del programa H-canales para el cálculo y verificación de escurrimientos sobre canales de distintos tipos se obtuvo una altura crítica de escurrimiento de:

$$h = 0,6 \text{ m}$$

La cual resulta una altura que puede darse sin problemas manteniéndose lejos de la calzada de la ruta y funcionando correctamente.

6.2.2 Sistema hidrológico N°2

6.2.2.1 Alcantarilla N°3 – Progresiva 3.060,00m

Esta alcantarilla pertenece al SH-2, el cual posee un caudal nulo, es decir, este es capaz de almacenar todo el volumen de precipitación generado.

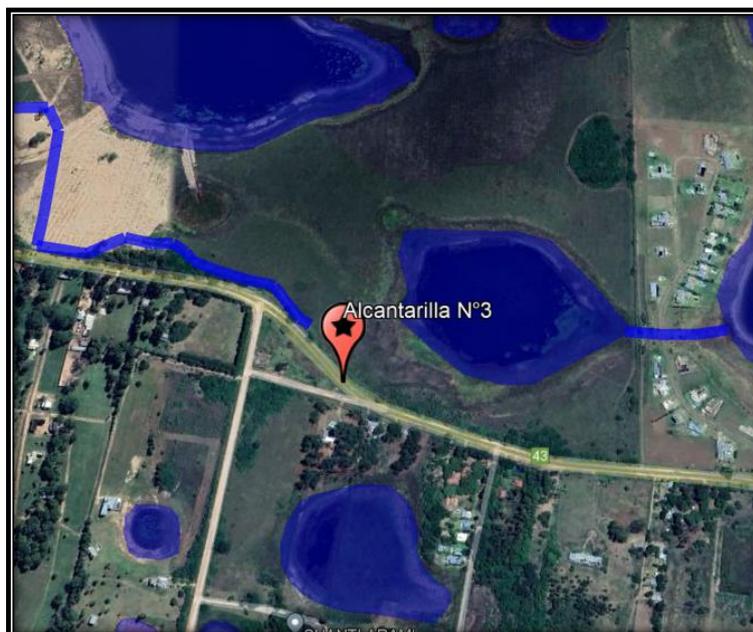


Figura 84. Ubicación de la alcantarilla N°3 en el SH-2 (Fuente: Elaboración propia)

Otro aspecto a destacar es que la zona posee mayor altitud que sus alrededores, generando un escurrimiento hacia el este (*Plano N°3*).

Además, puede verse en el *Apartado 4.1.2.3* y en la *Figura 43* que el caño de hormigón que compone la alcantarilla existente sufrió una falla, ya que se puede apreciar un bache sobre la superficie del pavimento, justo en la sección donde se ubica.

Por los motivos mencionados se decide extraer esta alcantarilla.

6.2.2.2 Alcantarilla N°4 – Progresiva 3.850,00m

Se ubica muy próxima a la zona de mayor elevación donde la tendencia de la topografía del terreno no permitiría que el escurrimiento se traslade hasta su entrada y la atraviese, sino al contrario, el escurrimiento tendería a alejarse de la misma.

Además, otra particularidad es que quedó encerrada por el barrio “Don Manuel” que se ubicó entre la alcantarilla y la laguna más cercana.

La elevación del terreno de este barrio al momento de su construcción, se interpuso entre la entrada de la alcantarilla y el cuerpo más cercano a ella que podía aportar cierto escurrimiento en épocas de precipitaciones excesivas.

En el Apartado 4.1.2.4 y en las Figuras 44 y 45 se puede ver el estado y se nota el deterioro del paquete estructural, presentándose un fenómeno de socavación en el terraplén alrededor de los cabezales.

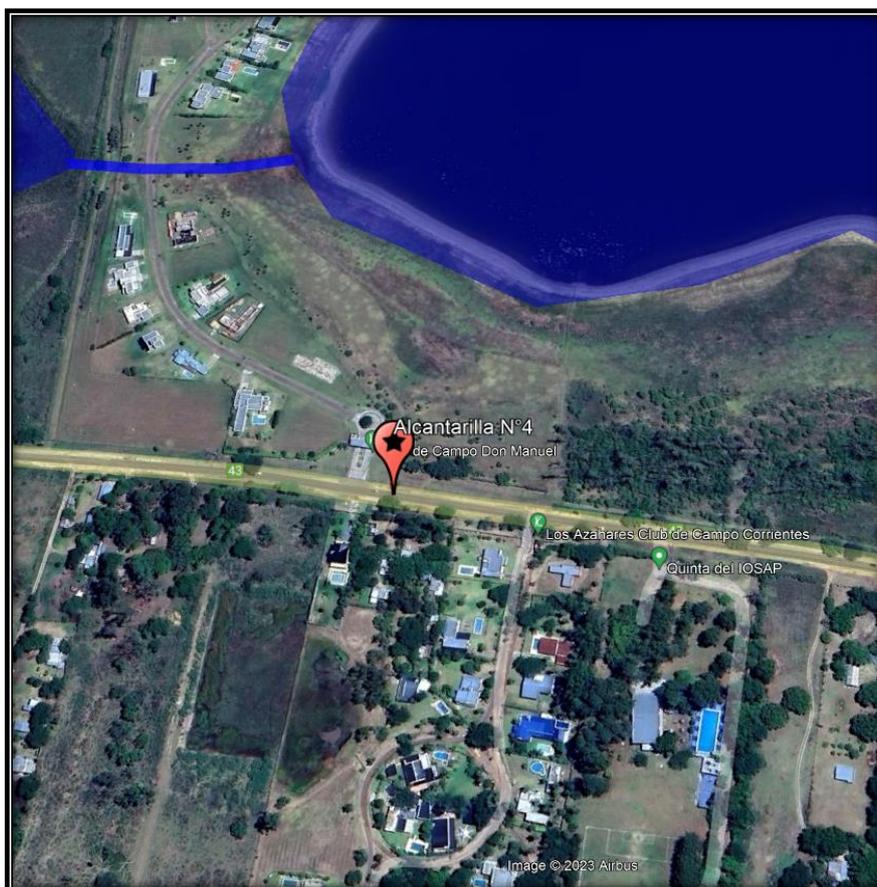


Figura 85. Ubicación de la alcantarilla N°4 en el SH-2(Fuente: Elaboración propia)

Se llega a la conclusión de que la alcantarilla ya no funciona como punto de descarga y se encuentra deteriorada, por lo que se decide retirarla.

6.2.2.3 Alcantarilla N°5 – Progresiva 4.431,00m

Se trata la única alcantarilla tipificada por DNV existente en todo el tramo de la RP N°43, del tipo “O-41211-I”.

Se puede ver en las Figuras 46 y 47 que se encuentra en excelente estado estructural con un canal bien definido hasta la laguna de mayor tamaño dentro del SH-2.

Ante una precipitación extraordinaria que supere la tormenta de diseño correspondiente a los 25 años de recurrencia utilizado para el diseño, esta alcantarilla ayudará a descargar el caudal excedente.

Por todo lo explicado, se decide no realizar modificaciones sobre esta alcantarilla.

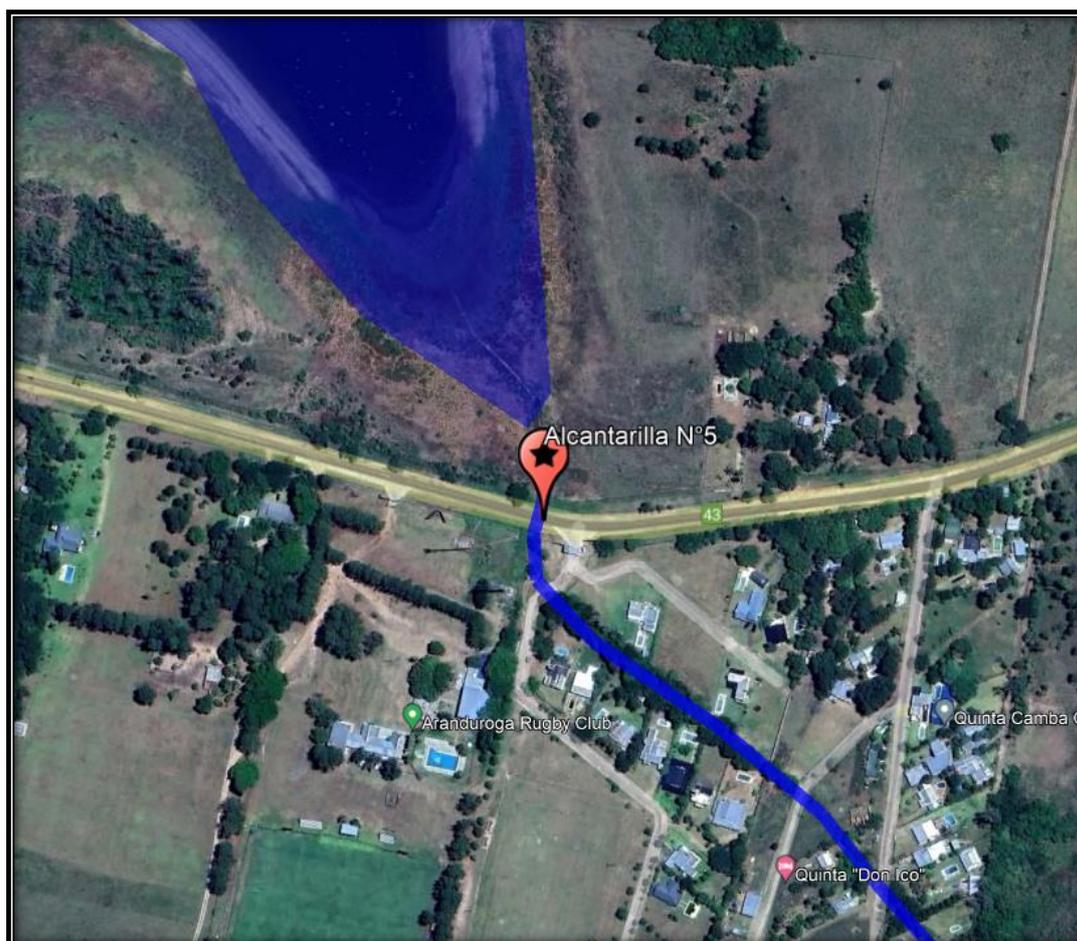


Figura 86. Ubicación de la alcantarilla N°5 en el SH-2 (Fuente: Elaboración propia).

6.2.2.4 Cunetas laterales a lo largo del SH-2

Se adopta una cuneta con un ancho de base de 1,2m y taludes con un ángulo de 45° de iguales características a las del SH-1.

6.2.3 Sistema hidrológico N°3

6.2.3.1 Alcantarilla N°6 – Progresiva 8.550,00m

Se trata de la última alcantarilla existente dentro del tramo de la RP N°43, es un tubo de hormigón de 1m de diámetro con los cabezales muy deteriorados (Figura 46).

Se adoptó la alcantarilla Tipo “O-41211-I” de los planos tipo de DNV (*Plano 11*).

En los *anexos “Estudios hidráulicos”*, se desarrolla la secuencia de cálculo de la alcantarilla con ayuda del programa HY-8.

El caudal que debe ser capaz de dejar pasar la alcantarilla es de:

$$q_{SH-3} = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para ese caudal, se adoptó una alcantarilla rectangular de las siguientes dimensiones:

$$A = B \times H = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$$

La alcantarilla obtenida podría ubicarse sin ningún problema reemplazando el tubo de hormigón existente, ya que el tubo tenía diámetro de 1m y la altura de la nueva alcantarilla es de 1m.

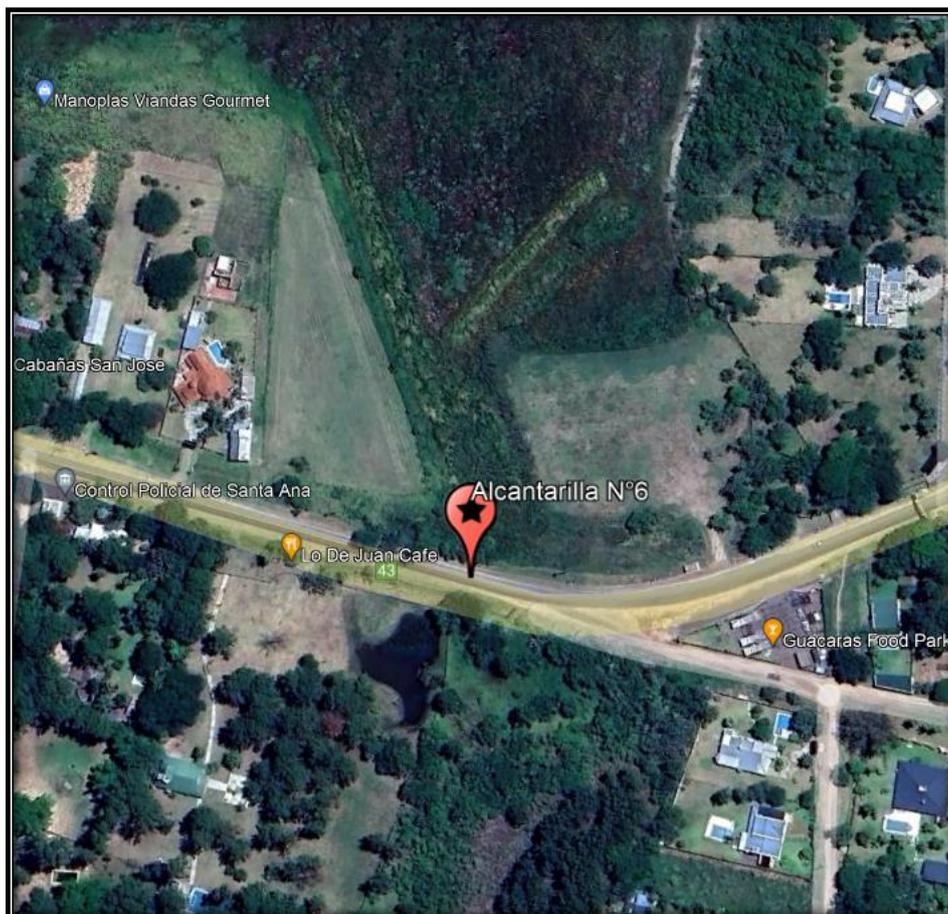


Figura 87. Ubicación de la alcantarilla N°6 en el SH-3 (*Fuente: Elaboración propia*).

6.2.3.2 Cunetas laterales a lo largo del SH-3

Con el mismo caudal de diseño usado en las alcantarillas se realizó la verificación de la altura de pelo de agua para las medidas de cuneta adoptada en los perfiles transversales.

Se adopta una cuneta con un ancho de base de 1,2m y taludes con un ángulo de 45°.

Con la utilización del programa H-canales para el cálculo y verificación de escurrimientos sobre canales de distintos tipos se obtuvo una altura crítica de escurrimiento de:

$$h = 0,77 \text{ m}$$

La cual resulta una altura que puede darse sin problemas manteniéndose lejos de la calzada de la ruta.

6.3 Sistemas sobre RP N°99

6.3.1 Sistemas hidrológico N°4

6.3.1.1 Alcantarilla N°1 – 1.545m

Se trata de un tubo de hormigón (*Figura 53*) que atraviesa la RP N 99 en la sección donde puede verse que épocas de precipitaciones excesivas se generan dos canales a la entrada y salida de la misma con sentido este-oeste.

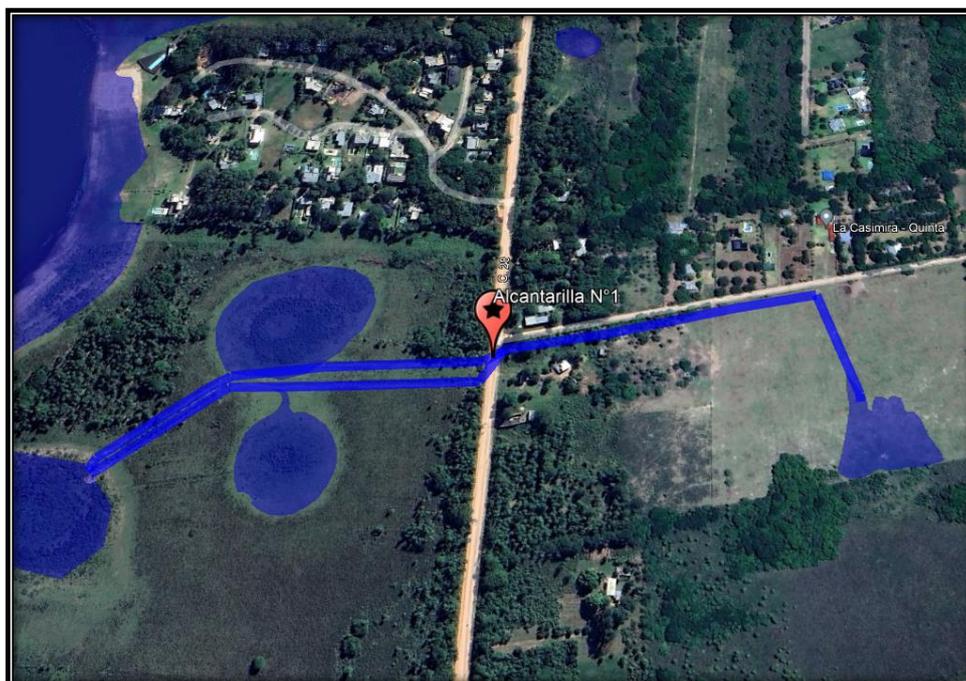


Figura 88. Ubicación de la alcantarilla N°1 en el SH-4 (*Fuente: Elaboración propia*)

Con el caudal obtenido para el SH-4 se elige una alcantarilla tipificada por DNV reemplazando la existente.

Se adoptó la alcantarilla Tipo “O-41211-I” de los planos tipo de DNV (*Plano 11*).

En los *anexos “Estudios hidráulicos”*, se desarrolla la secuencia de cálculo de la alcantarilla con ayuda del programa HY-8.

El caudal que debe ser capaz de dejar pasar la alcantarilla es de:

$$q_{SH-4} = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para ese caudal, se adoptó una alcantarilla rectangular de las siguientes dimensiones:

$$A = B \times H = 1 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} = 0,75 \text{ m}^2$$

La alcantarilla obtenida podría ubicarse sin ningún problema ya que el tubo tiene diámetro de 0,8m y la altura de la nueva alcantarilla es de 0,75m.

6.3.1.2 Cunetas laterales a lo largo del SH-4

Con el mismo caudal de diseño usado en las alcantarillas se realiza la verificación de la altura de pelo de agua, para las medidas de cuneta adoptada en los perfiles transversales.

Se adopta una cuneta con un ancho de base de 1,2m y taludes con un ángulo de 45°.

Con la utilización del programa H-canales para el cálculo y verificación de escurrimientos sobre canales de distintos tipos y se obtuvo una altura crítica de escurrimiento de:

$$h = 0,36 m$$

La cual resulta una altura que puede darse sin problemas en las cunetas laterales manteniéndose lejos de la calzada de la ruta.

6.3.2 Sistemas hidrológico N°5

6.3.2.1 Alcantarilla N°2 – Prog. 3.042m

Se trata de una alcantarilla de sección rectangular de mampostería que se encuentra en buen estado desde el punto de vista estructural (*Figura 54*).

La misma tuvo un cambio similar a la alcantarilla N°4 sobre la RP N°43, ya que la implantación del barrio “Dos lunas” y su elevación del terreno al momento de la construcción la aislaron del sistema que se encontraba del lado oeste del camino, aunque del lado este del mismo, existe un cuerpo de agua de tamaño considerable.

El análisis para este sistema fue un balance de volúmenes similar al realizado en el SH-2, con la diferencia de que, por su menor tamaño no fue necesario dividirlo en subsistemas más pequeños.

El resultado del balance de volúmenes da un escurrimiento nulo, es decir, que el sistema tiene la capacidad de alojar el volumen excedente generado por la precipitación de diseño.

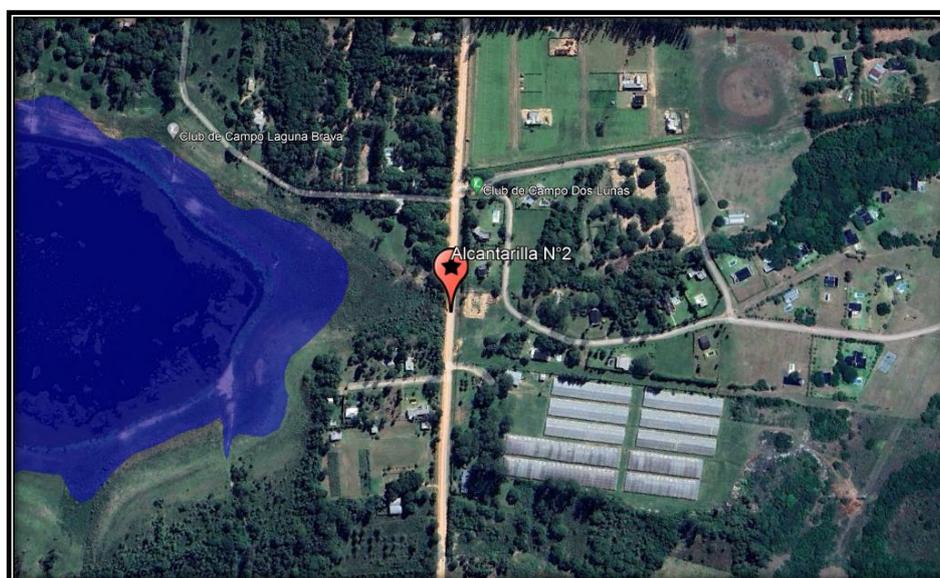


Figura 89. Ubicación de la alcantarilla N°2 en el SH-5 (Fuente: Elaboración propia)

Por todo lo explicado, se decide dejar la alcantarilla en su lugar y que funcione como alcantarilla de nivelación en períodos de precipitación extraordinarias que superen el valor de tiempo de recurrencia correspondiente al diseño del camino.

6.3.2.2 Alcantarilla N°3 – Prog. 4.430m

Tal como se describe en el artículo 4.2.2.3 se trata de una alcantarilla de tubos de H°A° con diámetro de 0,80 m y un cabezal que vincula los tubos.

La misma se encuentra con presencia de agua la mayor parte del tiempo debido a la cercanía que posee con la Laguna Brava.

Luego del análisis hidrológico del sector, se decide dejarla, llegando a la conclusión de que la misma funciona como una alcantarilla de nivelación entre la “Laguna Brava” y la cuneta de la RP N°5.

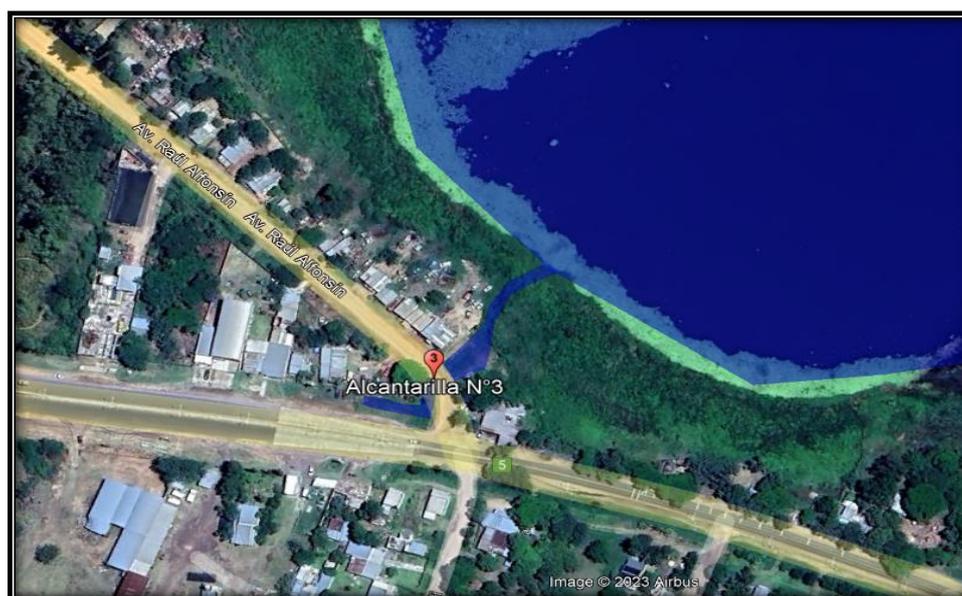


Figura 90. Ubicación de la alcantarilla N°3 (Fuente: Elaboración propia)

Esta funcionará como un aliviadero de la laguna en épocas de acumulación de agua de la misma, permitiendo la evacuación de parte del escurrimiento hacia la cuneta de la RP N°5.

6.3.2.3 Cunetas laterales a lo largo del SH-5

Se adopta una cuneta con un ancho de base de 1,2m y taludes con un ángulo de 45°.

6.4 Diseño final del sistema de alcantarillado

Finalmente, luego de explicar detalladamente y fundamentar las decisiones tomadas para cada una de las alcantarillas existentes en ambas rutas, el sistema queda compuesto por siete alcantarillas en total (Plano N°12).

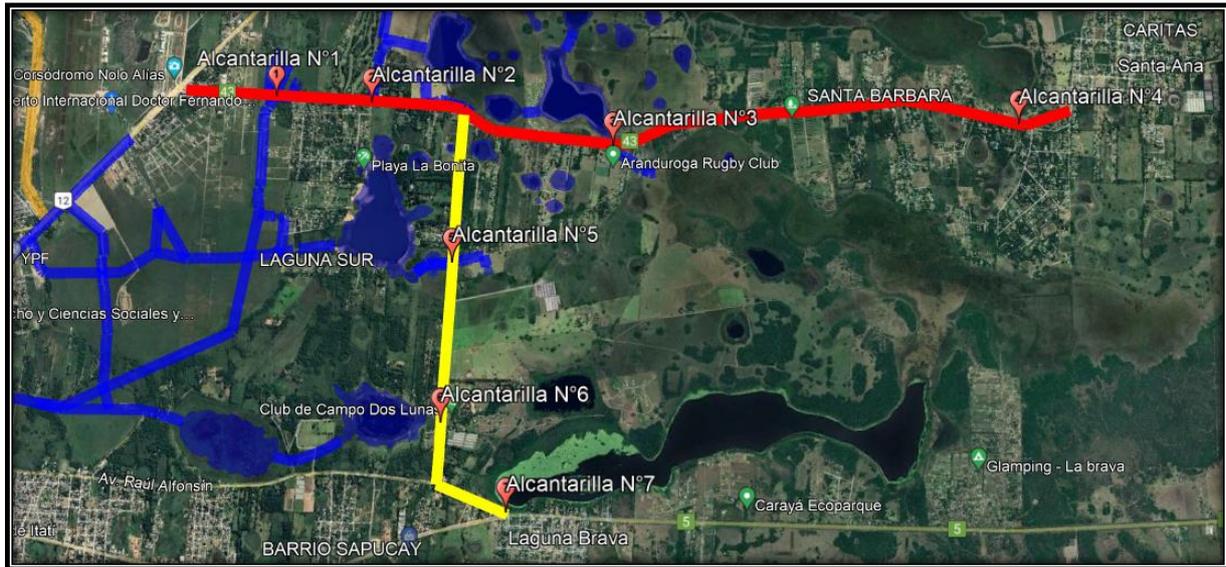


Figura 91. Diseño final del sistema de alcantarillado (*Fuente: Elaboración propia*)

Las características de cada una de estas son:

Tabla 36. Características de todas las alcantarillas del proyecto (*Fuente: Elaboración propia*)

Alcantarilla	Sección	Ancho	Alto	Área
N°1	Rectangular	1 m	0,75 m	0,75 m ²
N°2	Rectangular	1 m	0,75 m	0,75 m ²
N°3	Rectangular	2 m	1,5 m	3 m ²
N°4	Rectangular	1 m	1 m	1 m ²
N°5	Rectangular	1 m	0,75 m	0,75 m ²
N°6	Rectangular	2 m	1 m	2 m ²
N°7	Circular	2 x 0,8 m	2 x 0,8 m	1 m ²

7. Cálculo y diseño de la red vial

7.1 Introducción

El objetivo del anteproyecto es la repavimentación y ampliación de la calzada de la RP N°43, entre la RN N°12 en la progresiva 0+000 m y el acceso a la localidad de Santa Ana en la progresiva 9+127 m; y además, la pavimentación de la RP N°99, entre la RP N°43 en la progresiva 0+000 m y la RP N°5 en la progresiva 4+430 m.

De este modo se busca mejorar la transitabilidad y comodidad en la circulación de los caminos en estudio, al mismo tiempo de generar nuevas alternativas para los usuarios, permitiendo una mejor conexión entre Corrientes y Santa Ana.

La RP N°43 actualmente posee una calzada de 6,20 m de ancho compuesto por un pavimento flexible, por dicho motivo el ensanche de la misma estará compuesto del mismo material.

La RP N°99 actualmente se trata de una calzada enripiada con un leve mantenimiento. En la misma se materializará un pavimento rígido, lo cual se justifica debido al TDMA de la misma y por cuestiones económicas.

7.2 Método AASHTO

Para el diseño del paquete estructural de las calzadas se utilizará el método semi empírico de la AASHTO para pavimentos flexibles y rígidos, siguiendo las indicaciones de la “*Guía para el Diseño Estructural de la AASHTO*” – Edición 1993, complementada por las normas de la Dirección Provincial de Vialidad (DPV), Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y el “*Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón*” – Edición 2014 del Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA).

El método AASHTO fue desarrollado por medio de una correlación estadística de pistas experimentales en Illinois, EEUU, entre los años 1958 y 1960.

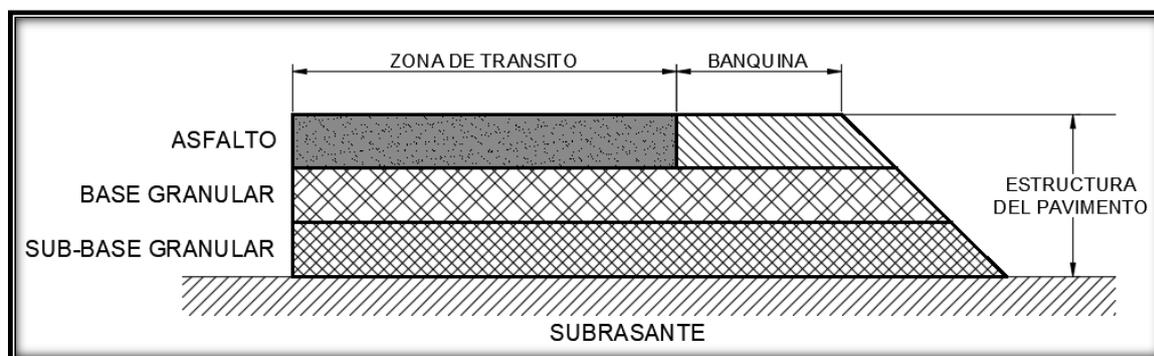


Figura 92. Paquete estructural tipo pavimento flexible (Fuente: Elaboración propia)

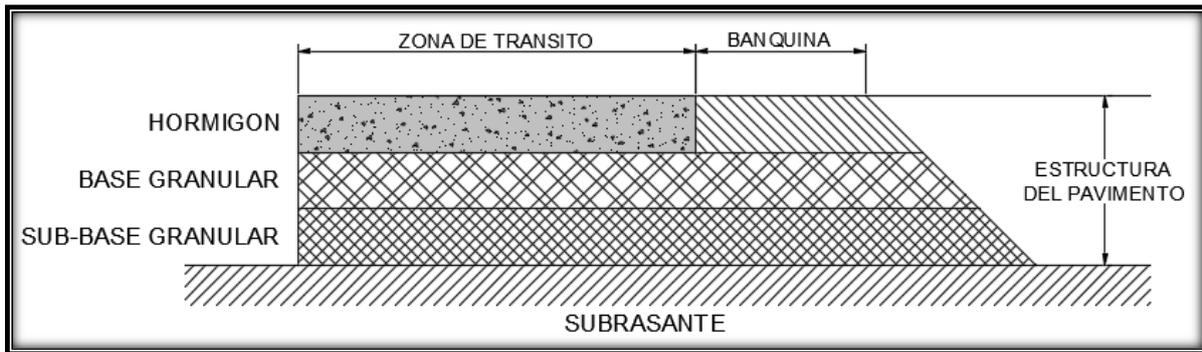


Figura 93. Paquete estructural tipo pavimento rígido (Fuente: Elaboración propia).

7.2.1 Pavimentos Flexibles

Según el método AASHTO el diseño del paquete estructural para un pavimento flexible está en función de la siguiente expresión:

$$\log W18 = ZR \cdot So + 9,36 \cdot \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{0,40 + \left[\frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}\right]} + 2,32 \cdot \log MR - 8,07$$

- W18: N° de aplicaciones de carga de 80 KN
- So: Desvío Estándar de las Variables
- ZR: Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de Gauss
- ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad prevista
- MR: Módulo resiliente de la subrasante
- SN: Número Estructural

Esta ecuación básica de diseño también puede ser resuelta en forma gráfica, para lo cual el Método AASHTO '93 presenta el nomograma de diseño.

Mediante la ecuación básica de diseño, o mediante el nomograma de diseño, y para las variables de entradas indicadas, se obtiene el valor del Número Estructural (SN) requerido, o también el número ESAL's (W18) admitido por un dado diseño propuesto.

El SN está relacionado con los espesores de cada capa del pavimento, siendo este la sumatoria del aporte individual de cada una de ellas, obtenido en función de un coeficiente de aporte "a" que tiene en cuenta el tipo de material, su posición, el espesor correspondiente y un coeficiente "m" que evalúa la capacidad de drenaje.

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3 + \dots + a_n \times m_n \times D_n$$

- a: Coeficientes de capa

- m: Coeficientes de drenaje
- D: Espesores de capa

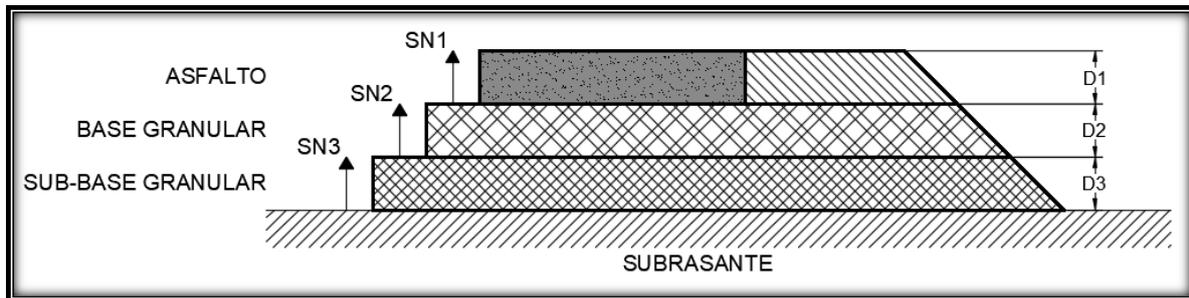


Figura 94. Esquema del aporte estructural de cada capa (Fuente: Elaboración propia)

Teniendo en cuenta lo descripto, las solicitaciones a lo largo de la vida útil (ESAL's) deben ser equilibradas por medio del aporte estructural del paquete (SN) y de la subrasante (MR).

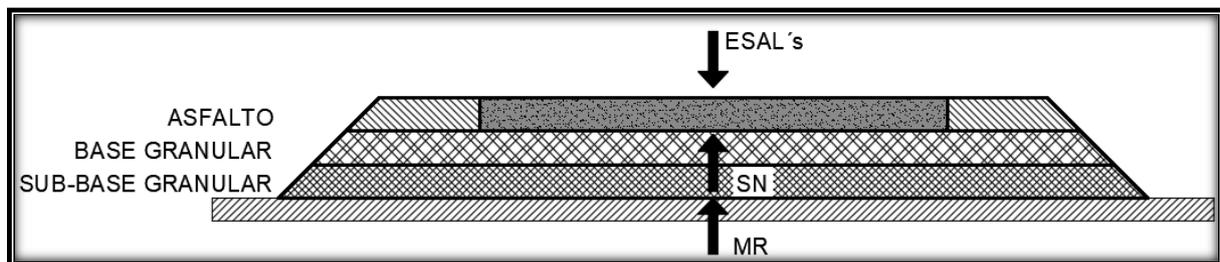


Figura 95. Esquema final de las cargas actuantes (Fuente: Elaboración propia)

Las distintas cargas que actúan sobre el pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo.

Para tener en cuenta estas diferencias, AASHTO Road Test desarrolla el concepto de convertir un tránsito mixto en un número equivalente en efecto destructivo (ESAL).

En otras palabras, el método consiste en transformar un espectro de cargas heterogéneas a uno de características homogéneas, obteniendo de esta forma la equivalencia del número de pasadas de un eje patrón que causa idéntica solicitación o daño.

7.2.2 Pavimentos Rígidos

Según el método AASHTO el diseño del paquete estructural para un pavimento rígido está en función de la siguiente expresión:

$$\log W18 = ZR \cdot So + 7,35 \log (D + 1) - 0,60 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5}}{1 + \left[\frac{1,625 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}} \right]} + (4,22 - 0,32pt) \cdot \log \left[\frac{Sc' \cdot Cd (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \cdot J \cdot \left(D^{0,75} - 18,42 \cdot \left(\frac{k}{Ec} \right)^{0,25} \right)} \right]$$

- W18: N° de aplicaciones de carga de 80 KN
- So: Desvío Estándar de las Variables

- ZR: Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de Gauss
- Δ PSI: Pérdida de serviciabilidad prevista
- D: Espesor de la losa del pavimento
- pt: Serviciabilidad final
- Sc': Módulo de rotura del hormigón
- J: Coeficiente de transferencia de cargas
- Cd: Coeficiente de drenaje
- Ec: Módulo de elasticidad del hormigón
- k: Módulo de reacción de la subrasante

Para la determinación de los ejes equivalentes (ESAL's) se aplica el mismo procedimiento descrito que en el apartado de pavimentos flexibles por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{ESAL's} = 0,5 \times \text{TMDA}_{\text{diseño}} \times \text{Fe} \times \text{Fn} \times 365 \times 2,2 \times \text{vida útil}$$

- 0,5: Equivale a la distribución de tránsito en los carriles, que ronda generalmente en 50% por carril
- $\text{TMDA}_{\text{diseño}}$: Número de vehículos que se estima que transitará el camino durante la vida útil
- Fe: Factor de equivalencia que realiza la conversión al vehículo tipo de 2 ejes de 8,2 t
- Fn: Factor por número de trochas
- 2,2: Factor de conversión de 8,2 t a 10,5 t de carga máxima permitida por ley
- Vida útil: Período de vida útil del camino (25 años)

Teniendo en cuenta todas las variables de entradas, el método permite determinar un espesor para la losa de hormigón, el cual será verificado luego por medio del método proporcionado por el Instituto del Cemento Portland Argentino (ICP). Este método consiste en verificar que la losa de pavimento no experimente fallas por fatiga o erosión a lo largo de su vida útil.

7.3 Ruta Provincial N°43

Debido a la existencia de un paquete estructural en la RP N°43 se realizará en primera medida el cálculo del SN correspondiente a dicho paquete ($\text{SN}_{\text{necesario}}$) en función de los resultados obtenidos a partir del tratamiento de los datos disponibles de tránsito, suelo, clima, etc; luego

se determinará el $SN_{\text{existente}}$, el cual permitirá comprobar si el paquete estructural existente cumplirá o no con las solicitaciones a lo largo de la vida útil propuesta en el diseño.

Finalmente, para lograr el objetivo del proyecto se procede a diseñar el paquete estructural del ensanche de la calzada y la vinculación del mismo al existente.

7.3.1 Determinación de los ejes equivalentes (ESAL's)

AASHTO Road Test adopta como eje estándar a un eje simple, con ruedas duales, con una carga total de 80 kN (8,2 tn).

La conversión a ejes estándar se hace a través de factores de equivalencia de carga, siendo estos, valores numéricos que expresan la relación entre el número de ejes estándar que producen una determinada pérdida de serviciabilidad, y el número de ejes de una carga dada (y dado tipo), que producen la misma pérdida de serviciabilidad.

Debido a que el eje patrón utilizado en el país es de 10,5 tn se debe aplicar un factor para pasar de 8,2 tn a 10,5 tn. Este surge de la relación entre dichos ejes y es igual a 2,2.

Entonces, el número de ejes equivalentes ESAL's queda en función de la siguiente expresión:

$$\text{ESAL's} = 0,5 \times \text{TMDA}_{\text{diseño}} \times F_e \times F_n \times 365 \times 2,2 \times \text{vida útil}$$

- 0,5: Equivale a la distribución de tránsito en los carriles, que ronda generalmente en un 50% por carril
- $\text{TMDA}_{\text{diseño}}$: Número de vehículos que se estima que transitará el camino durante la vida útil
- F_e : Factor de equivalencia que realiza la conversión al vehículo tipo de 2 ejes de 8,2 tn
- F_n : Factor por número de trochas
- 2,2: Factor de conversión de 8,2 tn a 10,5 tn de carga máxima permitida por ley
- Vida útil: Período de vida útil del camino (25 años)

En la siguiente tabla se pueden encontrar los factores de equivalencia que brinda la DNV para la verificación de pavimentos.

Tabla 37. Factor de equivalencia (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Tipo de vehículo	Configuración de ejes	Factor "c"	F. camión
Automóviles	11	0,01	0,044
Ómnibus	11	0,07	0,308
Camiones sin acoplado	11	0,6	2,64
	12	0,38	2,508
Camiones con acoplado	11-11	0,6	5,28
	11-12	0,39	4,29

	12-11	0,47	5,17
	12-12	0,32	4,224
Semirremolque	111	0,54	3,564
	112	0,45	3,96
	113	0,41	4,51
	122	0,35	3,85
	123	0,4	5,28

A continuación, se determina el factor de equivalencia (Fe) en función de la clasificación de vehículos que circula por el camino en estudio:

Tabla 38. Cálculo del factor de equivalencia de cargas (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Calculo factor de equivalencia de cargas					
Tipo de vehículo	Distribución de ejes	N° de ejes	Factor "C"	% de cada tipo de vehículo	Factor por vehículo
Autos y camionetas	1, 1	2	0,01	93,11%	0,018621
Ómnibus y especiales	1, 1	2	0,07	3,24%	0,004539
Camión simple	1, 1	2	0,6	3,28%	0,039352
	1, 2	3	0,38	0,07%	0,000850
Camión con acoplado	11-11	4	0,6	0,00%	0,000000
	11-12	5	0,39	0,30%	0,005813
	12-11	5	0,47	0,00%	0,000000
	12-12	6	0,32	0,00%	0,000000
Camión semirremolque	111	3	0,54	0,00%	0,000000
	112	4	0,45	0,00%	0,000000
	113	5	0,41	0,00%	0,000000
	122	5	0,35	0,00%	0,000000
Fe =					0,069175

El TDMA de diseño para la RP N°43 es igual a 12.333 vehículos/día y una vida útil de 25 años.

La trocha de diseño es aquella que recibe el mayor número de ESAL's para un camino de dos trochas, cualquiera puede ser la trocha de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza en esa trocha.

Para el caso descrito anteriormente, el factor por número de trochas (Fn) es igual a 1.

Tabla 39. Factor por número de trochas (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Número de trochas en cada dirección	Fn
1	1
2	0,8 - 1
3	0,6 - 0,8
4	0,5 - 0,75

Por tanto, el número de ejes equivalentes es:

$$\text{ESAL's} = 0,5 \times 12.333 \text{ veh/día} \times 0,069 \times 1 \times 365 \times 2,2 \times 25 \text{ años} = 8.563.294$$

7.3.2 Determinación de la pérdida de serviciabilidad

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro. Los usuarios juzgan el estado de un camino en términos de calidad para circular sobre ellos.

El método AASHTO mide la serviciabilidad a través de un índice (PSI). Dicho índice tiene un valor entre 0 y 5, siendo 5 una superficie de rodamiento en perfectas condiciones y 0 una calzada intransitable, estos valores se definen en función de la importancia del camino.

Para el proyecto se adoptan los siguientes valores:

$$\text{PSI inicial} = 4,5$$

$$\text{PSI final} = 2$$

$$\Delta\text{PSI} = 2,5$$

7.3.3 Determinación de la confiabilidad

Se refiere a la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o durante el período de diseño, resistiendo las condiciones de tránsito.

El camino no solo debe cumplir su función estructural durante este período, sino también la funcional, brindando seguridad y confort a los usuarios.

La selección del nivel de confiabilidad apropiado está dada por el uso esperado del pavimento, tal que un nivel de confiabilidad alto implica un pavimento más costoso pero con mayores probabilidades de que el mismo requiera de alguna reparación, disminuyendo los costos de mantenimiento.

Los valores de confiabilidad se encuentran tabulados en función del tipo de camino:

Tabla 40. Valores de confiabilidad (*Fuente: Manual AASHTO*)

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

Para el proyecto se adopta R = 80%.

7.3.4 Determinación del desvío estándar

Es una medida de la variabilidad de los datos y su desvío con respecto al valor medio, representando la dispersión entre el desempeño predicho y el real.

Debido a la dificultad para medir la variabilidad de cada uno de los parámetros involucrados, AASHTO recomienda adoptar este factor en función de la varianza del tránsito en el futuro, brindando la siguiente tabla para la determinación del mismo:

Tabla 41. Valores de desvío estándar (*Fuente: Manual AASHTO*)

Condición de diseño	Desvío estándar
Variación en la predicción del comportamiento de pavimento sin errores en el tránsito	0,34 (pav. Rígido)
	0,44 (pav. Flexible)
Variación en la predicción del comportamiento de pavimento con errores en el tránsito	0,39 (pav. Rígido)
	0,49 (pav. Flexible)

Se adopta $S_o = 0,49$.

7.3.5 Determinación del módulo de la reacción de la subrasante

La resistencia de la subrasante se obtiene mediante el módulo de reacción del suelo (k), dando una idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se aplica un esfuerzo de compresión.

La forma de obtener este parámetro es mediante una prueba de carga sobre placa debido a que la misma es costosa y requiere de tiempo, el valor k es estimado correlacionándolo con otros ensayos simples tal como el valor de CBR.

El manual AASHTO ofrece dichas correlaciones para estimar el módulo resiliente (M_R).

Dicho módulo es una indicación del comportamiento del material bajo cargas repetidas; a medida que el material está sujeto a la acción de la carga, se deforma y luego se recupera cuando se retira la misma, pero nunca a su forma original, provocando deformaciones permanentes. Esta deformación se denomina plástica, mientras que la deformación recuperable es la deformación “resiliente”.

Para este caso, se cuenta con un estudio realizado por el Laboratorio Central de la DPV, el cual consistió en el ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono a lo largo de toda la traza, arrojando los siguientes valores:

- Valor soporte CBR entre 8% y 11%
- M_R valores entre 5.800 psi y 6.800 psi.

Se decide adoptar un promedio del CBR para el cálculo del paquete estructural:

$M_R = 6.300$ psi

Tabla 42. Valores de CBR del suelo en estudio (Fuente: DPV)

Gobierno Provincial		Ministerio de Obras y Servicios Públicos		DPV Dirección Provincial de Vialidad						
RUTA PROVINCIAL Nº 43						FECHA: 22/05/2018				
Tramo: RN Nº 12 - RP Nº 99						Valores de CBR: Metodo CDP				
Progresiva	CAPA	profundidad (mm)	N	mm/N	Espesor (mm)	CBR	CBR IMAE	Mr-Finos (Mpa)	Mr-Granular (Mpa)	Mr (Mpa)
0,050 - LD	C. A.	0	0		0					
	E. G.	150	20	8	150	31	51	73	146	146
	ESTRATO 1	210	48	2	60	124	171	137	273	137
	ESTRATO 2	420	89	5	210	47	74	88	177	88
	ESTRATO 3	615	168	2	195	106	149	127	255	127
500 - LD	C. A.	0	0		0					
	E. G.	60	19	3	60	81	117	113	225	225
	ESTRATO 1	315	40	12	255	18	32	57	115	57
	ESTRATO 2	535	49	24	0	8	16	40	81	40
	ESTRATO 3									
1000 - LD	C. A.	0	0		0					
	E. G.	110	19	6	110	41	65	83	166	166
	ESTRATO 1	215	75	2	105	144	195	146	292	146
	ESTRATO 2	430	123	4	195	61	92	99	198	198
	ESTRATO 3	590	133	18	180	11	22	47	94	47
1500 - LI	C. A.	0	0		0					
	E. G.	150	6	25	150	8	18	40	80	80
	ESTRATO 1	420	36	9	270	25	43	67	133	67
	ESTRATO 2	710	82	6	290	37	60	80	159	80
	ESTRATO 3									
2000 - LD	C. A.	0	0		0					
	E. G.	100	8	13	100	17	31	57	113	113
	ESTRATO 1	190	24	6	90	42	67	84	169	84
	ESTRATO 2	330	40	9	140	28	44	68	135	68
	ESTRATO 3	580	107	4	250	67	100	104	207	104
2500 -	C. A.	0	0		0					
	E. G.	10	2	5	10	48	75	89	179	179
	ESTRATO 1	340	29	12	130	18	32	57	114	114
	ESTRATO 2	630	124	3	290	84	121	114	229	229
	ESTRATO 3									
2800 - LD curva	C. A.	0	0		0					
	E. G.	50	18	3	50	93	133	120	240	240
	ESTRATO 1	130	49	3	80	181	143	124	249	124
	ESTRATO 2	220	102	2	90	161	214	153	307	153
	ESTRATO 3	430	139	6	210	42	67	84	168	84

7.3.6 Determinación del coeficiente de drenaje

El drenaje es uno de los factores más importantes en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil, siendo el principal objetivo el de reducir la máxima cantidad de agua posible que llega a la vía, evitando el deterioro del pavimento y consecuentemente, aumentando la seguridad.

La presencia de agua en los suelos o la estructura afecta las propiedades geotécnicas, los mecanismos de transferencia de cargas, las presiones de poros e hidrostáticas aumentando la susceptibilidad a los cambios volumétricos.

El manual AASHTO tiene en cuenta estos fenómenos mediante un coeficiente “Cd” que depende fundamentalmente del tiempo que tarda la estructura en expulsar el agua infiltrada, clasificando el drenaje de excelente a muy pobre.

En función de las características de las bases, se adopta una capacidad de drenaje “Buena”.

Tabla 43. Valores de factor de ajuste por drenaje (*Fuente: Manual AASHTO*)

Calidad de drenaje	Agua eliminada en menos de
Excelente	2 h
Buena	1 día
Regular	1 semana
Mala	1 mes
Muy mala	El agua no se drena

Teniendo en cuenta los estudios hidrológicos de la zona descritos en el Capítulo 5 y debido a la cercanía con lagunas y zonas deprimidas, se considera que el paquete estructural estará en contacto con la humedad a nivel de saturación, entre 5 a 25% del año.

Con estos datos, se ingresa a la siguiente tabla para obtener el coeficiente de drenaje para una base de estabilizado granular:

Tabla 44. Tabla para obtención del coeficiente de drenaje (*Fuente: Manual AASHTO*)

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en el cual la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	De 1% a 5%	de 5% a 25%	Más de 25%
Excelente	1,4 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,2
Buena	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,20	1
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 1,8	0,8
Mala	1,15 - 1,05	1,05 - 0,8	0,8 - 0,6	0,6
Muy mala	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,4	0,4

Cd = 1

7.3.7 Cálculo del número estructural

Con todas las variables obtenidas, se procede a la resolución de la ecuación propuesta por el método, obteniendo así el número estructural SN, que permita soportar las cargas a lo largo de la vida útil.

El cálculo se realizó mediante un software elaborado por Luis Ricardo Vásquez Varela (1993).

Figura 96. Valor obtenido con el programa para el método AASHTO (Fuente: Programa de Vásquez)

$SN_{necesario} = 4,41$

7.3.8 Verificación

Para la verificación se determinará el aporte estructural de los diferentes materiales existentes en la estructura del pavimento; dicho aporte está en función de los coeficientes de capa y las características de las mismas.

El SN se calculará con la ecuación descrita en el apartado 7.2.1:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3 + \dots + a_n \times m_n \times D_n$$

El paquete estructural de la Ruta Provincial N°43 se conforma de la siguiente manera:

- **Base de estabilizado granular:** se trata de un estabilizado granular con material triturado y suelo seleccionado, cumplimentando las especificaciones establecidas en la Selección C.II del PETG de la DNV (Edición 1998) y Especificaciones Particulares, con valores soporte superiores a 80%.

De los gráficos brindados por el manual AASHTO para un CBR = 100 se obtiene:

$$a_2 = 0,14/\text{pulg} = 0,056/\text{cm}$$

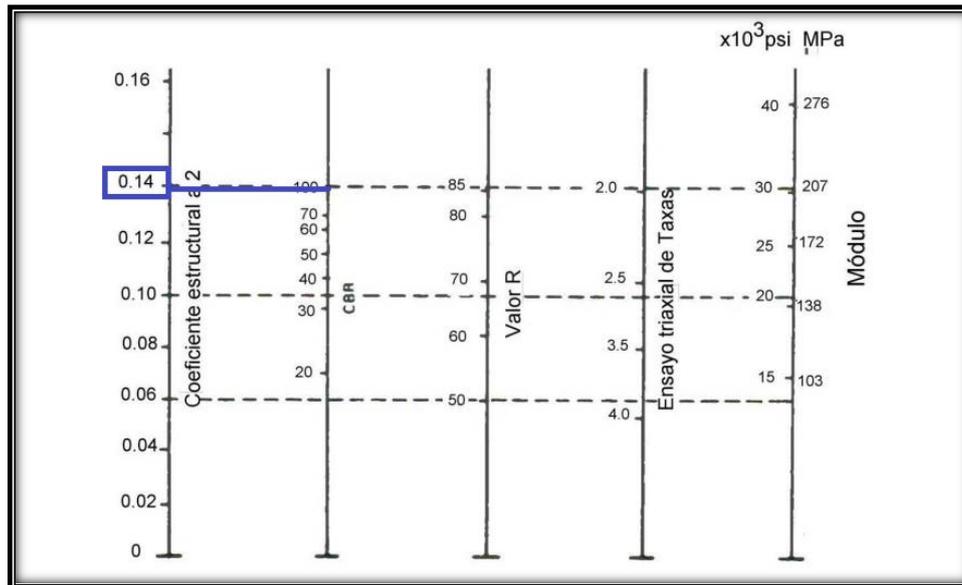


Figura 97. Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes (*Fuente: Manual AASHTO*)

- **Base de concreto asfáltico:** la estabilidad Marshall a exigir a la base asfáltica será en promedio de obra $800 \text{ kg} = 1.764 \text{ lb}$.

Según el manual AASHTO se obtiene:

$$a_{1\text{base asfáltica}} = 0,41/\text{pulg} = 0,16/\text{cm}$$

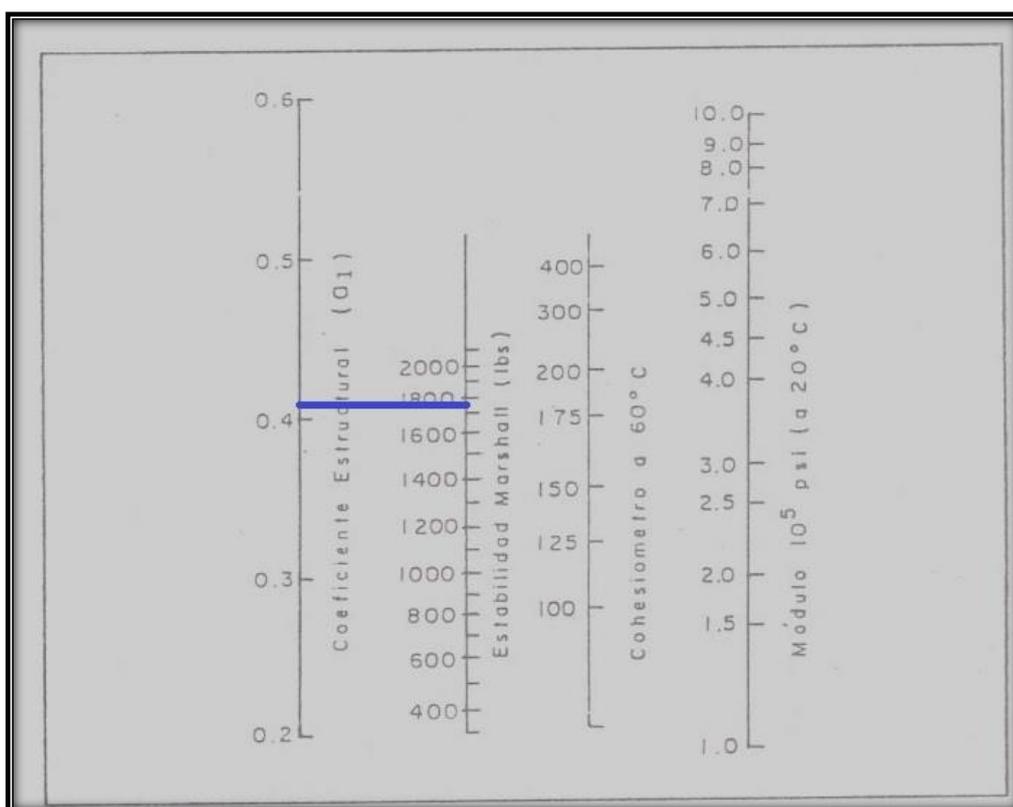


Figura 98. Relación entre el coeficiente estructural para base de concreto asfáltico y distintos parámetros resistentes (*Fuente: Manual AASHTO*)

- **Carpeta de concreto asfáltico:** la estabilidad Marshall a exigir en la base asfáltica será en promedio de obra 1000 kg = 2.204,6 lb.

Según el manual AASHTO se obtiene:

$$a_{1\text{carpeta de rodamiento}} = 0,45/\text{pulg} = 0,18/\text{cm}$$

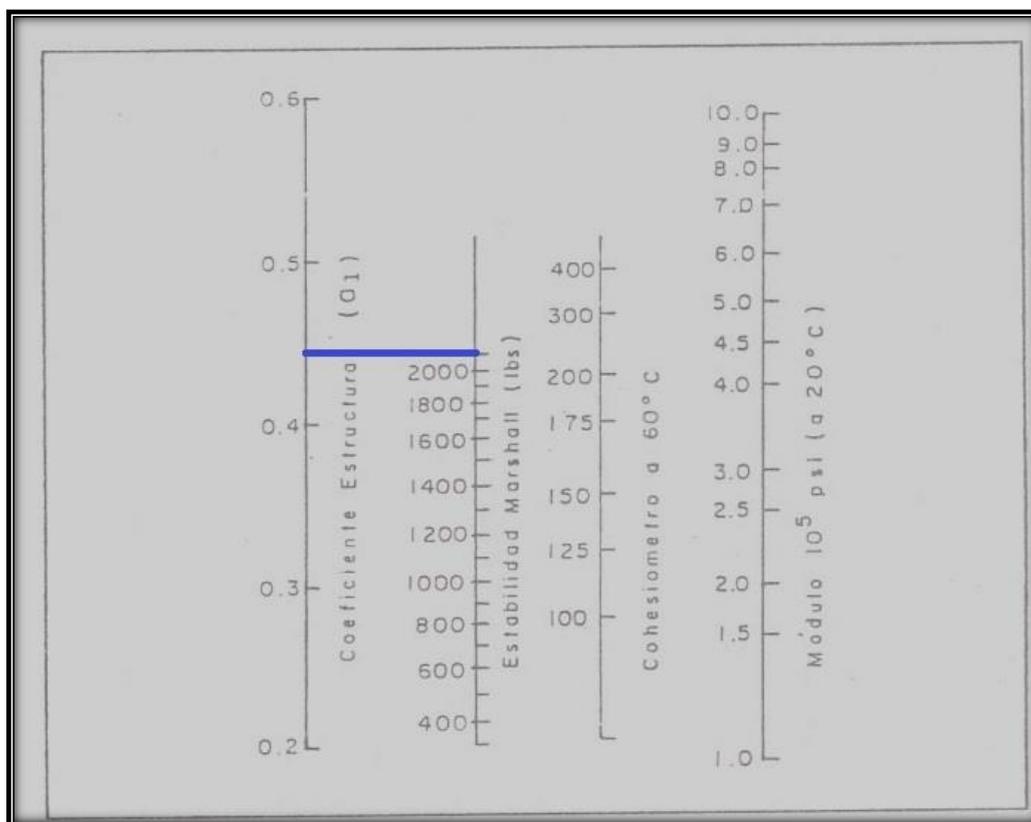


Figura 99. Relación entre el coeficiente estructural para carpeta de concreto asfáltico y distintos parámetros resistentes (*Fuente: Manual AASHTO*)

Debido a que no es recomendable ni económico colocar capas de un espesor menor que el mínimo, el manual AASHTO brinda una tabla en donde se pueden determinar dichos espesores mínimos en función del ESAL's.

Tabla 45. Espesores mínimos en función del ESAL's (*Fuente: Manual AASHTO*)

Tránsito (ESAL's) en Ejes Equivalentes	Carpetas de concreto asfáltico	Bases granulares
Menos de 50.000	2,5 cm	10 cm
50.001 - 150.000	5 cm	10 cm
150.001 - 500.000	6,5 cm	10 cm
500.001 - 2.000.000	7,5 cm	15 cm
2.000.001 - 7.000.000	9 cm	15 cm
Mayor de 7.000.000	10 cm	15 cm

Para este caso el ESAL's es igual a 8.563.294, por tanto los espesores mínimos recomendados por AASHTO son:

- Carpetas de concreto asfáltico = 9 cm
- Bases granulares = 15 cm

Sin embargo, el paquete de la RP N°43 actualmente cuenta con los siguientes espesores de capas:

- Carpeta de concreto asfáltico = 4 cm
- Carpeta de concreto asfáltico = 5 cm
- Base de concreto asfáltico = 7 cm
- Base de estabilizado granular = 20 cm

Teniendo en cuenta los espesores, se puede determinar el $SN_{\text{existente}}$.

$$SN_{1CCA} = a_{1cca} \times d_{1cca} = 0,18/\text{cm} \times 4 \text{ cm} = 0,72$$

$$SN_{2CCA} = a_{1cca} \times d_{2cca} = 0,18/\text{cm} \times 5 \text{ cm} = 0,90$$

$$SN_{3BA} = a_{1ba} \times d_{1ba} = 0,16/\text{cm} \times 7 \text{ cm} = 1,12$$

$$SN_{4BG} = a_2 \times d_2 \times Cd = 0,056/\text{cm} \times 20 \text{ cm} \times 1 = 1,12$$

$$SN_{\text{existente}} = SN_{1CCA} + SN_{2CCA} + SN_{3BA} + SN_{4BG} = 3,86$$

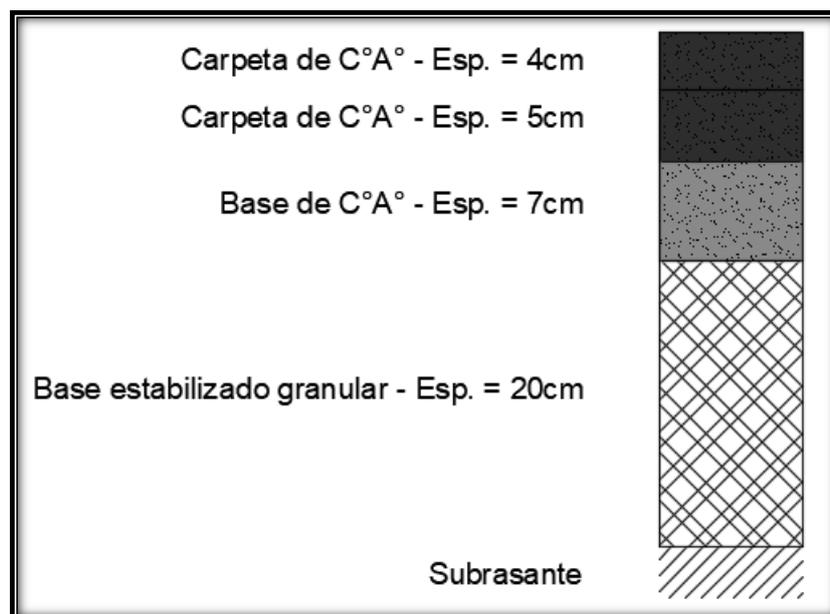


Figura 100. Paquete estructural existente de la RP N°43 (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar para el TDMA proyectado durante la vida útil de 25 años, el $SN_{\text{existente}}$ es menor al $SN_{\text{necesario}}$.

$$SN_{\text{existente}} = 3,86 < 4,41 = SN_{\text{necesario}}$$

Por tal motivo, se decide la colocación de un refuerzo de pavimento flexible en calzada que se encuentra actualmente en servicio.

7.3.8.1 Diseño y cálculo del refuerzo de pavimento flexible

El refuerzo se calcula mediante el método AASHTO contemplando la deficiencia estructural que posee el paquete del pavimento flexible.

$$SN_{\text{refuerzo}} = SN_{\text{necesario}} - SN_{\text{existente}} = 4,41 - 3,86 = 0,55$$

Adoptando las mismas características que la carpeta de rodamiento actual, se puede determinar el espesor del refuerzo a colocar:

$$H_{\text{refuerzo}} = SN_{\text{refuerzo}} / a_{1\text{cca}} = 0,55 / 0,18/\text{cm} = 3,05 \text{ cm}$$

Se adopta un refuerzo con un espesor de 4 cm.

$$SN_{\text{refuerzo}} = a_{1\text{cca}} \times d_{1\text{refuerzo}} = 0,18/\text{cm} \times 4 \text{ cm} = 0,72$$

$$SN = SN_{1\text{CCA}} + SN_{2\text{CCA}} + SN_{3\text{BA}} + SN_{4\text{BG}} + SN_{\text{refuerzo}} = 4,58 > 4,41 = SN_{\text{necesario}}$$

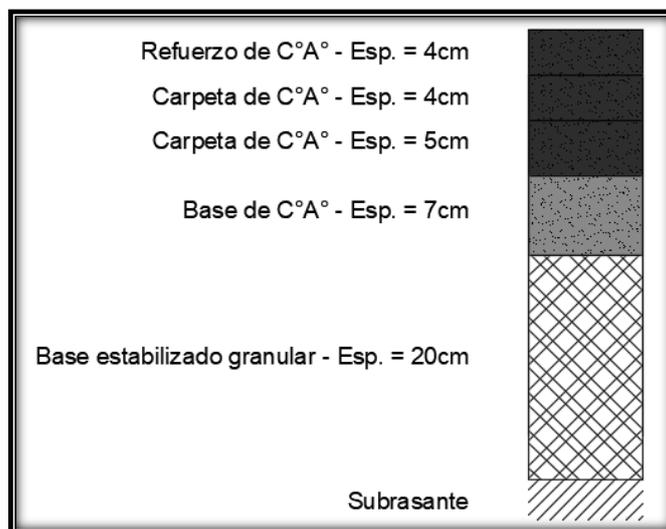


Figura 101. Paquete estructural proyectado para la RP N°43 (Fuente: Elaboración propia)

7.3.9 Diseño y cálculo del paquete estructural para el ensanche de calzada

El procedimiento para el diseño y cálculo del paquete estructural del ensanche de calzada será un predimensionamiento de los espesores de cada una de las capas componentes del paquete estructural y una posterior verificación, de tal modo de cumplir con la capacidad estructural necesaria.

Se propone ensanchar la calzada hacia ambos lados en 0,55 metros y el paquete estructural estará compuesto de la siguiente forma:

- Base de estabilizado granular
- Base de concreto asfáltico
- Capa de rodamiento de concreto asfáltico, la cual cubrirá tanto el ensanche como el paquete actual en una altura de 4 cm. Dicho espesor cubrirá el refuerzo necesario para lograr la capacidad requerida del antiguo paquete estructural.

Se adoptan los siguientes espesores para cada uno de los componentes del ensanche, con el objeto de replicar en mayor medida posible el paquete existente y de tal modo comprobar que el número estructural (SN) sea superior al necesario:

- Carpeta de concreto asfáltico = 4 cm
- Carpeta de concreto asfáltico = 4 cm
- Base de concreto asfáltico = 12 cm
- Base de estabilizado granular = 20 cm

$$SN_{1CCA} = a_{1cca} \times d_{1cca} = 0,18/\text{cm} \times 4 \text{ cm} = 0,72$$

$$SN_{2CCA} = a_{1cca} \times d_{2cca} = 0,18/\text{cm} \times 4 \text{ cm} = 0,72$$

$$SN_{3BA} = a_{1ba} \times d_{1ba} = 0,16/\text{cm} \times 12 \text{ cm} = 1,92$$

$$SN_{4BG} = a_2 \times d_2 \times Cd = 0,056/\text{cm} \times 20 \text{ cm} \times 1 = 1,12$$

$$SN_{\text{refuerzo}} = SN_{1CCA} + SN_{2CCA} + SN_{3BA} + SN_{4BG} = 4,48 > 4,41 = SN_{\text{necesario}}$$

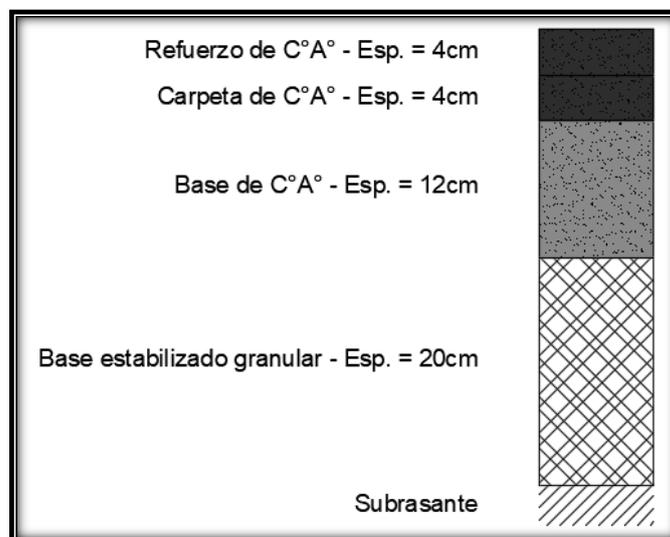


Figura 102. Paquete estructural proyectado para el ensanche la RP N°43 (Fuente: *Elaboración propia*)

7.3.10 Diseño y cálculo del paquete estructural para la banquina

La banquina de la RP N°43 será pavimentada con un ancho de 1,50 metros a lo largo de todo el desarrollo del camino.

Para el cálculo del paquete estructural se tendrán en cuenta los mismos factores y las mismas condiciones que se adoptan para la verificación de la calzada existente y para el diseño del ensanche de calzada, exceptuando el tránsito, el cual se adopta 1,5% del TMDA de diseño.

$$TMDA_{\text{banquina}} = 12.333 \text{ veh/día} \times 1,5\% = 185 \text{ veh/día}$$

Por tanto el número de ejes equivalentes es:

$$ESAL's = 0,5 \times 185 \text{ veh/día} \times 0,069 \times 1 \times 365 \times 2,2 \times 25 \text{ años} = 128.129$$

Con estos datos se puede determinar el SN necesario para el paquete estructural de la banquina:

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93" with the following fields and values:

- Título:** CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)
- Desarrollado por:** Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.
- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 80 % Zr=-0.841, So = 0.49
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.5, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 6300 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): []
 - Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): []
 - Coefficiente de transmisión de carga - (J): []
 - Coefficiente de drenaje - (Cd): []
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- Número Estructural:** SN = 2.42
- W18 =** 128129
- Botones:** Calcular, Salir

Figura 103. Valor obtenido con el programa para el método AASHTO (Fuente: Programa de Vásquez)

$$SN_{\text{banquina}} = 2,42$$

Se adoptan los siguientes espesores para cada uno de los componentes de la banquina, y de tal modo, comprobar que el número estructural (SN) sea superior al necesario:

- Carpeta de concreto asfáltico = 4 cm
- Base de concreto asfáltico = 12 cm

$$SN_{1CCA} = a_{1cca} \times d_{1cca} = 0,18/\text{cm} \times 4 \text{ cm} = 0,72$$

$$SN_{2BA} = a_{1ba} \times d_{1ba} = 0,16/\text{cm} \times 12 \text{ cm} = 1,92$$

$$SN_{\text{refuerzo}} = SN_{1CCA} + SN_{2BA} = 2,64 > 2,42 = SN_{\text{necesario}}$$

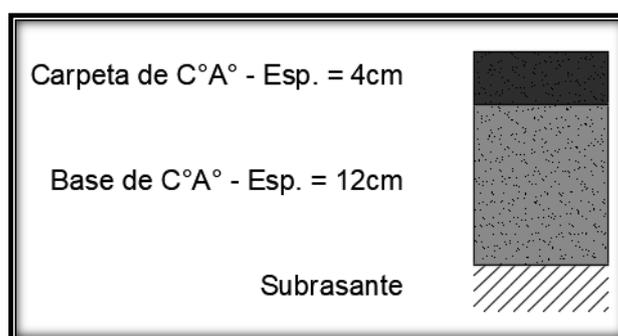


Figura 104. Paquete estructural proyectado para la banquina de la RP N°43 (*Fuente: Elaboración propia*)

Finalmente, con todos los componentes del camino calculados y verificados, queda conformado el paquete estructural final, detallado en el (*Plano N°13*).

7.4 Ruta Provincial N°99

Como ya se describió anteriormente la RP N°99 posee una calzada enripiada, la cual será reemplazada por un paquete estructural compuesto por un pavimento rígido de hormigón.

Una de las principales características del pavimento rígido es absorber gran parte de las tensiones, transmitiendo la minoría de ellas al suelo que se encuentra por debajo; sin embargo el ICPA recomienda que para evitar la erosión de la interfase losa – apoyo debe construirse una base que se encuentre entre la losa de hormigón y la subrasante, lo que permite una mejora en la distribución de cargas, en el drenaje superficial y garantiza un soporte uniforme sirviendo también como una plataforma de trabajo.

Las características del suelo con el que se trabajará, en función de los estudios de suelos presentados en el capítulo de estudios básicos:

- **Hasta profundidades de 1 metro** podemos encontrar un suelo del tipo A-2-4 según el sistema de clasificación de suelo de AASHTO. Los suelos A-2 comprende a todos los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz N°200 y que no pueden ser clasificados en los grupos A-1 y A-3, debido a que el porcentaje de finos o la plasticidad de estos (o ambas) están por encima de los límites fijados para dichos grupos.

Por todo esto, este grupo contiene una gran variedad de suelos granulares que estarán entre los correspondientes a los grupos A-1 y A-3 y a los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Específicamente el subgrupo A-2-4 incluye los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz N°200 y cuya fracción que pasa por el tamiz N°40 tiene las características de los grupos A-4 y A-5, de suelos limosos. En estos grupos están incluidos los suelos compuestos por grava y arena gruesa con contenidos de limo o índices de plasticidad por encima de las limitaciones del grupo A-1, y los suelos compuestos por arena fina con una proporción de limo no plástico que excede la limitación del grupo A-3.

- Hasta profundidades entre 1 metro y 2 metros** se puede encontrar un suelo del tipo A-6, el típico suelo de este grupo es un suelo arcilloso plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz N°200. También se incluyen en este grupo las mezclas de suelo fino arcilloso y hasta un 64% de gravas y arenas. Estos suelos, experimentan generalmente grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

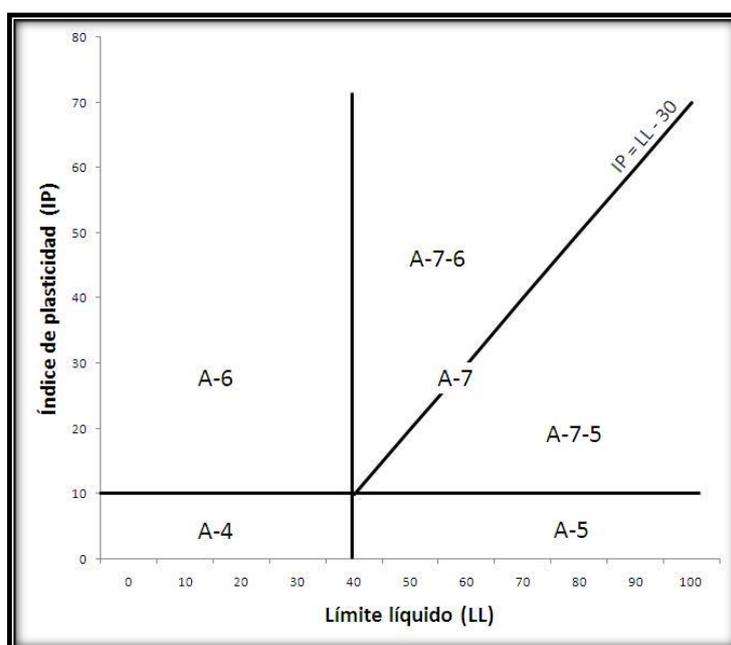


Figura 105. Relación entre IP, LL y tipo de suelo según AASHTO (Fuente: Manual AASHTO, 1993)

7.4.1 Determinación de los ejes equivalentes (ESAL's)

El número de ejes equivalentes ESAL's queda en función de la siguiente expresión:

$$\text{ESAL's} = 0,5 \times \text{TMDA}_{\text{diseño}} \times F_e \times F_n \times 365 \times 2,2 \times \text{vida útil}$$

- 0,5: Equivale a la distribución de tránsito en los carriles, que ronda generalmente en un 50% por carril
- $\text{TMDA}_{\text{diseño}}$: Número de vehículos que se estima que transitará el camino durante la vida útil
- F_e : Factor de equivalencia que realiza la conversión al vehículo tipo de 2 ejes de 8,2 tn

- Fn: Factor por número de trochas
- 2,2: Factor de conversión de 8,2 tn a 10,5 tn de carga máxima permitida por ley
- Vida útil: Período de vida útil del camino (25 años)

En la siguiente tabla se pueden encontrar los factores de equivalencia que brinda la DNV para la verificación de pavimentos.

Tabla 46. Factor de equivalencia (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Tipo de vehículo	Configuración de ejes	Factor "c"	F. camión
Automóviles	11	0,01	0,044
Ómnibus	11	0,07	0,308
Camiones sin acoplado	11	0,6	2,64
	12	0,38	2,508
Camiones con acoplado	11-11	0,6	5,28
	11-12	0,39	4,29
	12-11	0,47	5,17
	12-12	0,32	4,224
Semirremolque	111	0,54	3,564
	112	0,45	3,96
	113	0,41	4,51
	122	0,35	3,85
	123	0,4	5,28

A continuación, se determina el factor de equivalencia (Fe) en función de la clasificación de vehículos que circula por el camino en estudio:

Tabla 47. Cálculo del factor de equivalencia de cargas (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Calculo factor de equivalencia de cargas					
Tipo de vehículo	Distribución de ejes	Nº de ejes	Factor "C"	% de cada tipo de vehículo	Factor por vehículo
Autos y camionetas	1,1	2	0,01	98,83%	0,009883
Ómnibus y especiales	1, 1	2	0,07	1,23%	0,000861
Camión simple	1, 1	2	0,6	4,94%	0,02964
	1, 2	3	0,38	0,00%	0
Camión con acoplado	11-11	4	0,6	0,00%	0
	11-12	5	0,39	0,00%	0
	12-11	5	0,47	0,00%	0
	12-12	6	0,32	0,00%	0
Camión semirremolque	111	3	0,54	0,00%	0
	112	4	0,45	0,00%	0
	113	5	0,41	0,00%	0
	122	5	0,35	0,00%	0
Fe =					0,040384

El TDMA de diseño para la RP N°99 es igual a 4.923 vehículos/día y una vida útil de 25 años.

La trocha de diseño es aquella que recibe el mayor número de ESAL's para un camino de dos trochas, cualquiera puede ser la trocha de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza en esa trocha.

Para el caso descrito anteriormente, el factor por número de trochas (Fn) es igual a 1.

Tabla 48. Factor por número de trochas (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Número de trochas en cada dirección	Fn
1	1
2	0,8 - 1
3	0,6 - 0,8
4	0,5 - 0,75

Por lo tanto, el número de ejes equivalentes es:

$$\text{ESAL's} = 0,5 \times 4.923 \text{ veh/día} \times 0,0404 \times 1 \times 365 \times 2,2 \times 25 \text{ años} = 1.996.350$$

7.4.2 Determinación de la pérdida de serviciabilidad

Para el proyecto se adoptan los siguientes valores:

$$\text{PSI inicial} = 4,2$$

$$\text{PSI final} = 2,5$$

$$\Delta\text{PSI} = 1,7$$

7.4.3 Determinación de la confiabilidad

Los valores de confiabilidad se encuentran tabulados en función del tipo de camino:

Tabla 49. Valores de confiabilidad (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

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

Para el proyecto se adopta **R = 75%**.

7.4.4 Determinación del desvío estándar

AASHTO recomienda adoptar este factor en función de la varianza del tránsito en el futuro, brindando la siguiente tabla para la determinación del mismo:

Tabla 50. Valores de desvío estándar (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Condición de diseño	Desvío estándar
Variación en la predicción del comportamiento de pavimento sin errores en el tránsito	0,34 (pav. Rígido)
	0,44 (pav. Flexible)
Variación en la predicción del comportamiento de pavimento con errores en el tránsito	0,39 (pav. Rígido)
	0,49 (pav. Flexible)

Se adopta $S_o = 0,39$.

7.4.5 Determinación del módulo de la reacción de la subrasante

Para este caso, se cuenta con un estudio realizado por el Laboratorio Central de la DPV, el cual consistió en el ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono a lo largo de toda la traza, arrojando los siguientes valores:

- Valor soporte CBR entre 8% y 11%
- MR valores entre 5.800 psi y 6.800 psi.

Se decide adoptar un promedio del CBR para el cálculo del paquete estructural:

$$M_R = 6.300 \text{ psi}$$

7.4.6 Determinación del módulo de reacción compuesto de la subrasante

Debido a la baja capacidad soporte de la subrasante, es necesario interponer una base de calidad superior a esta, sobre la cual se construirá la capa de hormigón, permitiendo aumentar el módulo “k”, mediante el criterio denominado “Módulo de reacción combinado (kc)”.

Existe una forma de estabilización recomendada para cada tipo de suelo, considerando las características plásticas del mismo (*Figura 106*).

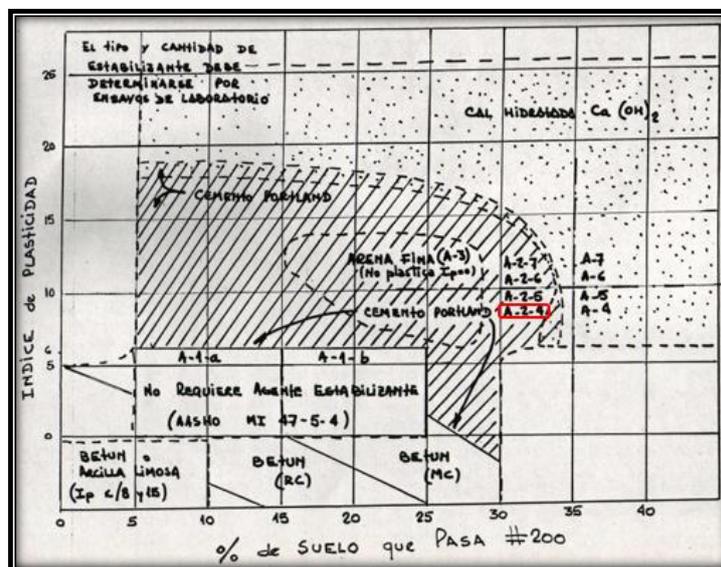


Figura 106. Agentes estabilizantes sugeridos para cada tipo de suelo (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Por el tipo de suelo con el que se cuenta (A-2-4), se propone una base de suelo-cemento con un espesor de 20 cm.

El suelo cemento es una mezcla homogénea de suelo pulverizado, cantidad necesaria de cemento y agua, compactada a alta densidad. Debido a la hidratación del cemento, seguido de su fraguado y endurecimiento se logra un material resistente y durable en el tiempo.

Tabla 51. Porcentaje recomendados de cemento para cada tipo de suelo (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Clasificación según AASHTO	Porcentaje de Cemento -En peso-
A-1-a	5%
A-1-a	6%
A-2 / 4,5,6,7	7%
A-3	9%
A-4	10%
A-5	10%
A-6	12%
A-7	13%

Para este tipo de suelo, es recomendable adicionar 7% de cemento a la mezcla de suelo cemento.

En la siguiente tabla del “Manual de diseño de pavimentos AASHTO” - 1993, se puede observar que para un limo estabilizado el módulo de elasticidad varía entre 20.000 psi y 70.000 psi, y se adopta un valor medio de 50.000 psi como módulo de elasticidad para la subrasante.

Tabla 52. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para varios tipos de materiales (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Tipo de material	Módulo de elasticidad ó módulo resiliente [psi]	Factor de pérdida de soporte
Base granular tratada con cemento	1,000,000 – 2,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas de agregado con cemento	500,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Base tratada con asfalto	350,000 – 1.000,000	0.0 – 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas	40,000 – 300,000	0.0 – 1.0
Limo estabilizado	20,000 – 70,000	1.0 – 3.0
Material granular	15,000 – 45,000	1.0 – 3.0
Subrasante natural	3,000 – 40,000	2.0 – 3.0

Con la ayuda del siguiente ábaco se puede obtener el módulo compuesto de reacción denominado “kc”.

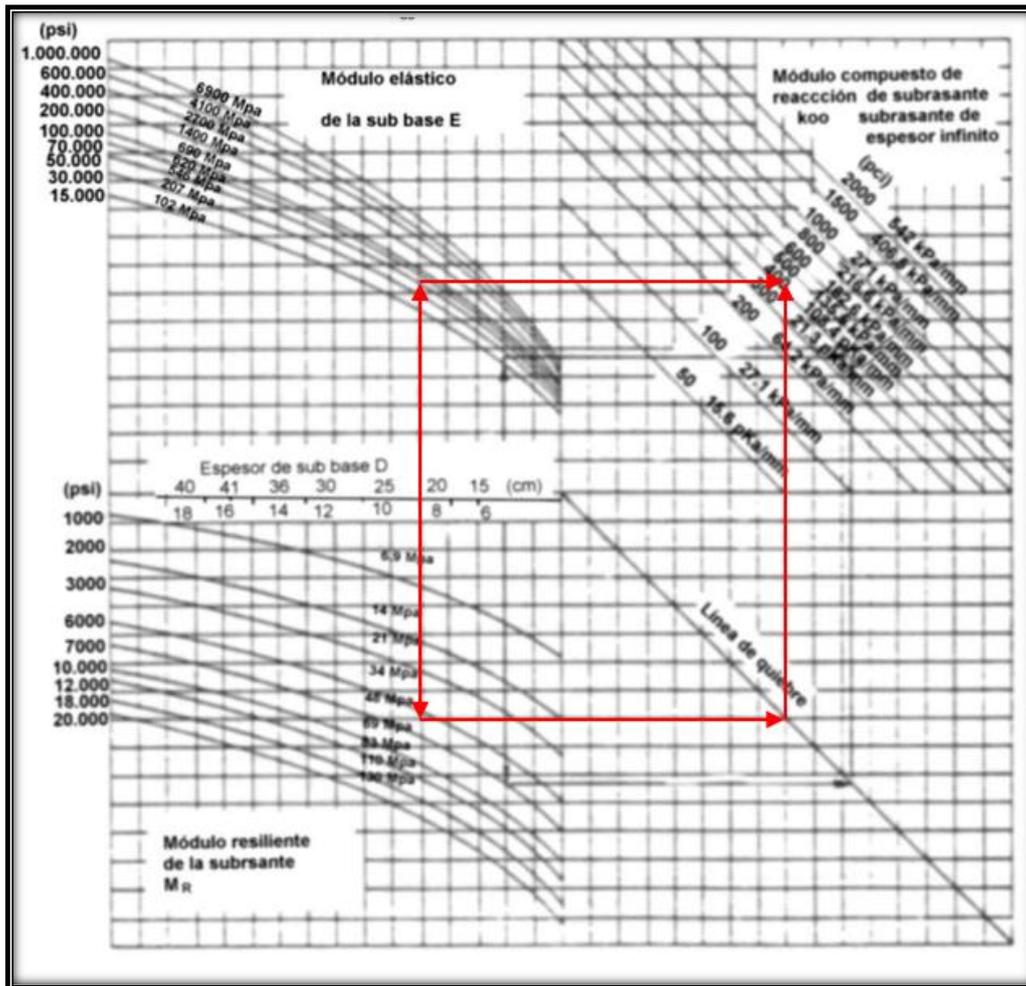


Figura 107. Abaco para estimar el módulo compuesto de reacción de subrasante (Fuente: Manual AASHTO, 1993)

Se adopta:

$$k_c = 450 \text{ psi} = 121,95 \text{ kPa/mm}$$

7.4.7 Determinación del módulo efectivo de la subrasante

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

Ingresando en la siguiente figura con el módulo de reacción compuesto de 450 psi y una pérdida de soporte de 2, se estima el valor efectivo del módulo de reacción k efectivo de la subrasante.

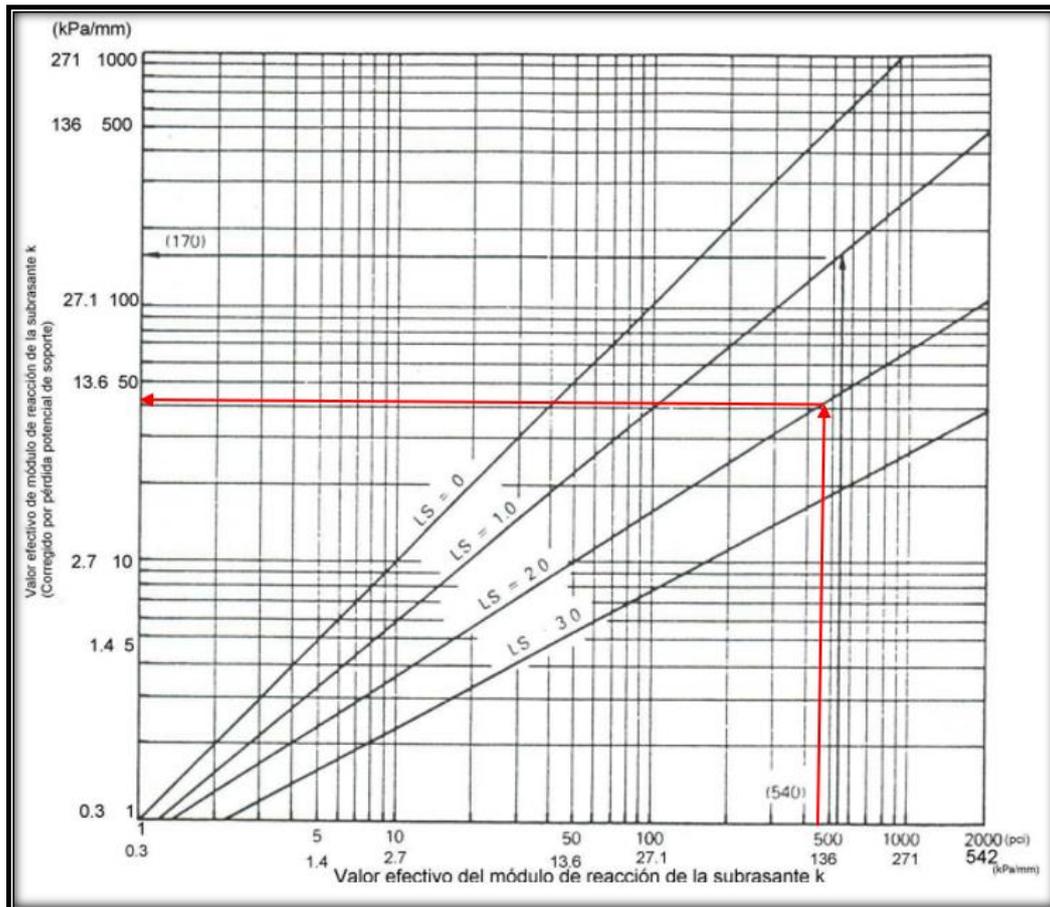


Figura 108. Corrección del módulo efectivo de reacción por pérdida potencial de soporte
(Fuente: Manual AASHTO)

Se adopta:

$$k_e = 42 \text{ pci} = 11,42 \text{ kPa/mm}$$

7.4.8 Determinación del módulo elástico medio del hormigón

Se adopta un hormigón del tipo H-30 para la ejecución de la calzada. Para el cálculo del módulo elástico se aplica la fórmula recomendada por el manual AASHTO:

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'_c} = 4700 * \sqrt{30 \text{ Mpa}} = 25.742,9 \text{ Mpa} = 3.733.707,5 \text{ psi}$$

Donde:

- E_c : Módulo elástico del hormigón en psi;
- f'_c : Resistencia a la compresión simple en psi.

7.4.9 Determinación del módulo de rotura medio del hormigón

Es un parámetro muy importante para este tipo de pavimentos, ya que controla las fisuras por fatiga generadas en el mismo, el cual es originado por las cargas repetidas de los vehículos pesados.

El manual de la AASHTO brinda correlaciones entre el módulo de elasticidad del hormigón con el módulo de rotura mediante la siguiente expresión:

$$f_r = 43,5 * \frac{E_c}{10^6} + 488,5 = 43,5 * \frac{3.733.707,5 \text{ psi}}{10^6} + 488,5 \text{ psi} = 651 \text{ psi} = 4.488 \text{ Mpa}$$

Donde:

- E_c : Módulo elástico del hormigón en psi;
- f_r : Módulo de rotura del hormigón en psi.

7.4.10 Determinación del coeficiente de transferencia de cargas “J”

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

Este factor depende básicamente de si la losa cuenta con pasadores o no, en sus juntas transversales y si cuenta con algún soporte de reagudización en el borde de calzada.

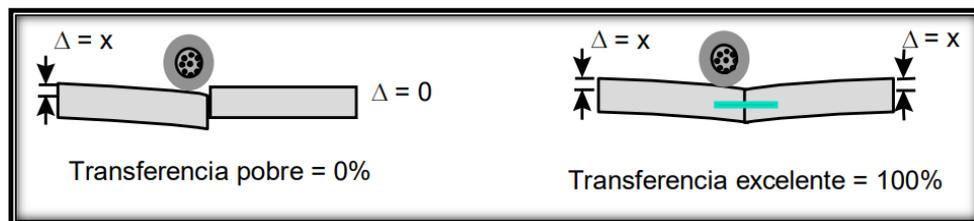


Figura 109. Transferencia de carga longitudinal (Fuente: Manual AASHTO)

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

La guía AASHTO recomienda los valores indicados en la siguiente tabla en función de las condiciones de diseño:

Tabla 53. Coeficientes de transferencia de cargas

Tipo de Pavimento	Berma de Asfalto		Berma de Ho. Vinculada	
	Disp. de Transferencia		Disp. de Transferencia	
	si	no	si	no
Junta Sencilla y Junta Reforzada	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Continuamente Reforzada	2.9 - 3.2	N/D	2.3 - 2.9	N/D

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

De la siguiente tabla se obtiene que para pavimentos con juntas y pasadores y con número de ESAL's entre 1 y 3 millones el valor "J" sugerido es de 2,7.

Tabla 54. Factor de transferencia de carga en pavimentos de hormigón simple y reforzado con juntas (*Fuente: Manual AASHTO*)

ESAL's [Millones]	Soporte de Borde			
	Pavimento de Hormigón Simple y Reforzado con Juntas (c/pasadores)		Pavimento de Hormigón Simple (s/pasadores)	
	NO	SI	NO	SI
< 0,3	3,2	2,7	3,2	2,8
0,3 a 1	3,2	2,7	3,4	3,0
1 a 3	3,2	2,7	3,6	3,1
3 a 10	3,2	2,7	3,8	3,2
10 a 30	3,2	2,7	4,1	3,4
> 30	3,2	2,7	4,3	3,6

7.4.11 Determinación del coeficiente de drenaje "Cd"

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

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

- Migración de partículas de suelo, creando problemas de erosión;
- Fallas producidas por un escurrimiento incontrolado que llevan a la saturación, exceso de supresión o exceso de fuerzas de filtración;
- Ablandamiento de la subrasante cuando se satura y permanece saturada durante un período prolongado;
- Degradación de la calidad del material del pavimento por acción de la humedad.

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

Para el suelo A-2-4 por tratarse de un suelo más bien arenoso, se considera que tiene buenas condiciones de drenaje, por lo tanto, se adopta:

$$C_d = 1,1$$

Para adoptar este valor, se utilizó la siguiente tabla, extraída del manual de la AASHTO:

Tabla 55. Coeficiente de drenaje para pavimentos rígidos (Fuente: Manual AASHTO)

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

7.4.12 Cálculo del espesor de la losa de hormigón

La resolución del método se basa en la ecuación propuesta por la AASHTO mediante iteraciones sucesivas.

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

Con todas las variables obtenidas, se procede a la resolución de la ecuación propuesta por el método, obteniendo así el espesor mínimo necesario del pavimento que se está proyectando.

El cálculo se realizó mediante un programa elaborado por Luis R. Vásquez Varela (1993).

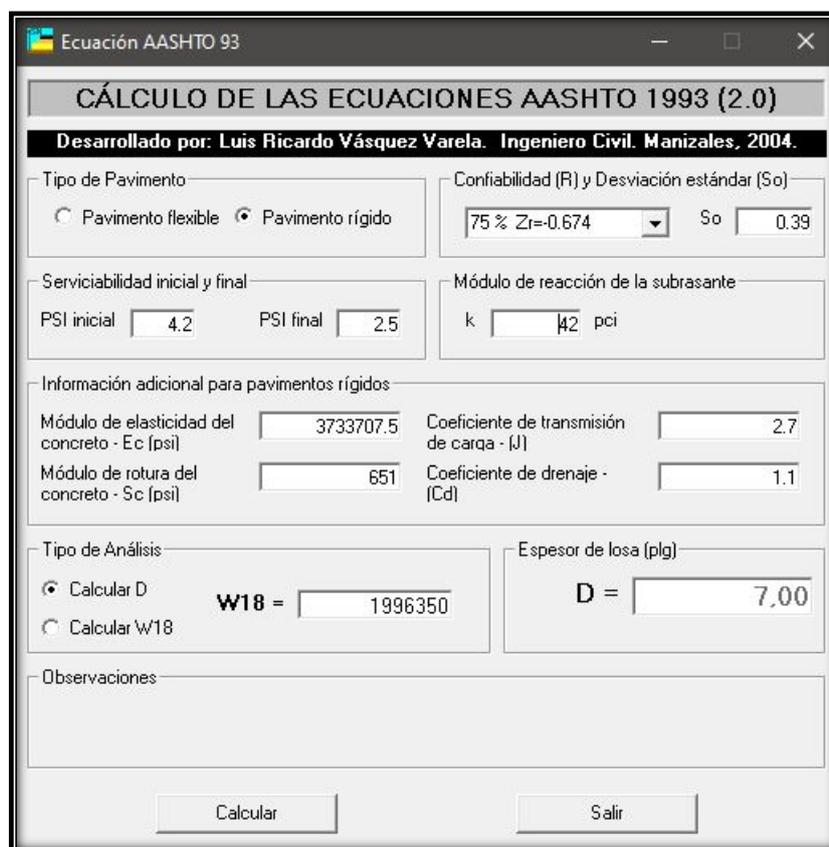


Figura 110. Valor obtenido con el programa para el método AASHTO (Fuente: Programa de Vásquez)

En base al cálculo realizado mediante el programa, se satisface la expresión empleando un espesor para el hormigón igual a:

$$D = 7" = 17,78 \text{ cm}$$

7.4.13 Verificación

Luego de realizar el dimensionado del paquete estructural por el método de la AASHTO, y obtener un espesor mínimo de losa de hormigón H-30 de 17,8cm, se procede a verificar el mismo por otro método muy utilizado y con gran aceptación.

Este método es el que proporciona el ICPA (Instituto del Cemento Portland Argentino), para pavimentos rígidos constituidos por cemento portland, que consiste en verificar que el espesor de la losa no experimente fallas por fatiga ni erosión a lo largo de su vida útil.

El mecanismo de diseño de espesores, consiste en un proceso de verificación de un espesor que se propone y no propiamente en el cálculo del mismo. La generación del procedimiento de la PCA, contempla las prácticas usuales en la construcción y la experiencia sobre el comportamiento en servicio. Incluye los siguientes aspectos:

- **Transferencia de cargas:** pavimentos con juntas transversales con o sin pasadores;
- **Sub base anti bombeo:** contempla el empleo de hormigones pobre como base;
- **Banquinas de hormigón:** se emplean como contribución a la transferencia lateral de cargas;
- **Cordón integral de borde emergente:** en pavimentos urbanos e intersecciones canalizadas, cumple el rol de rigidizar el borde disminuyendo la deflexión del mismo;
- **Modos de deterioro:** fatiga del hormigón y erosión de la fundación del pavimento. Este último aspecto no está correlacionado con criterios tradicionales de diseño.

Se requieren básicamente los siguientes datos de entrada para el cálculo de espesores:

- **Calidad del hormigón:** módulo de ruptura del hormigón a flexión;
- **Subrasante o fundación:** módulo de reacción de la fundación, K o Módulo compuesto Kc (correspondiente al módulo de reacción llevado a cabo sobre una base);
- **Período de diseño:** 25 años en este caso;
- **Características del tránsito:** la parte más influyentes es el tránsito pesado.

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

En función del tránsito pesado que solicitara el pavimento, se calcula el número de repeticiones por eje a lo largo de la vida útil. Este valor se compara con las repeticiones permitidas que se obtienen con figuras dadas por el método, teniendo en cuenta la relación entra la tensión de cálculo y la tensión de rotura.

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

- Hormigón H-30 con un espesor de 18 cm.

Tabla 58. Datos del proyecto ingresados al programa para su cálculo (*Fuente: Elaboración propia*)

Datos de Proyecto			
Obra:	Ruta Provincial N°99		
Categoría:	Ruta		
Comitente:	Direccion de Vialidad Provincial		
Ubicación:	Corrientes - Argentina		
Longitud:	4,5 km		
Periodo de diseño:	25 años		
Descripción:			

Datos de Diseño			
Tránsito			
Tránsito pesado medio diario anual:	304 VP/día		
Tasa de crecimiento:	3%		
Coef. Distr. por sentido de circulación:	50%		
Coef. Distr. por carril:	100%		
Total vehiculos pesados en carril de diseño:	2.061.369 VP		
Total ejes equivalentes 8,2tn (AASHTO):	3.954.430		(Con espesor de 21,9 cm)
Estructura			
k combinado subrasante-base:	122 MPa/m		
Resist. a flexión del hormigón:	3,0 MPa		
Factor de seguridad de cargas:	1,0		
Juntas transversales con pasadores:	SI		
Banquina de hormigón vinculada:	SI		
Verificación			
Modelo de fatiga:	PCA '84		
Espesor de diseño:	21,9 cm	Consumo por Fatiga:	96%
		Consumo por Erosión:	0%

En base al cálculo realizado mediante el programa antes mencionado, se satisface la expresión empleando un espesor para el hormigón igual a:

$$D = 21,90\text{cm}$$

Se presenta el detalle de consumos de fatiga y erosión por eje en el anexo correspondiente al presente capítulo.

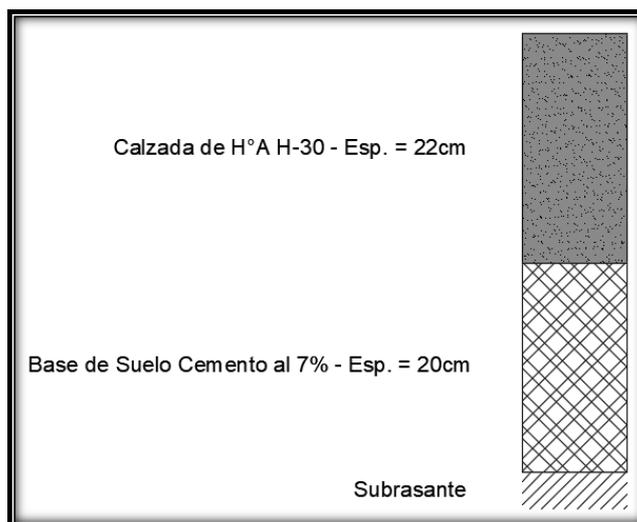


Figura 111. Paquete estructural proyectado para la RP N°99 (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente, con el paquete estructural calculado por ambos métodos, se adopta el de mayor espesor, que en este caso corresponde al método de la PCA, quedando conformado el paquete estructural final, detallado en el (*Plano N°14*).

Espesor adoptado (PCA) = 22 cm

7.4.14 Diseño de juntas

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

Según el ICPA, los objetivos principales son:

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

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

La separación máxima entre juntas aconsejada es:

$$S_{max} = K * e = 21 * 0,22 \text{ m} = 4,62 \text{ m}$$

Donde:

- K = Constante, igual a 21 para bases tratadas o 24 para bases no tratadas;
- e = Espesor de calzada.

La relación largo/ancho debes ser menor a 1,25.

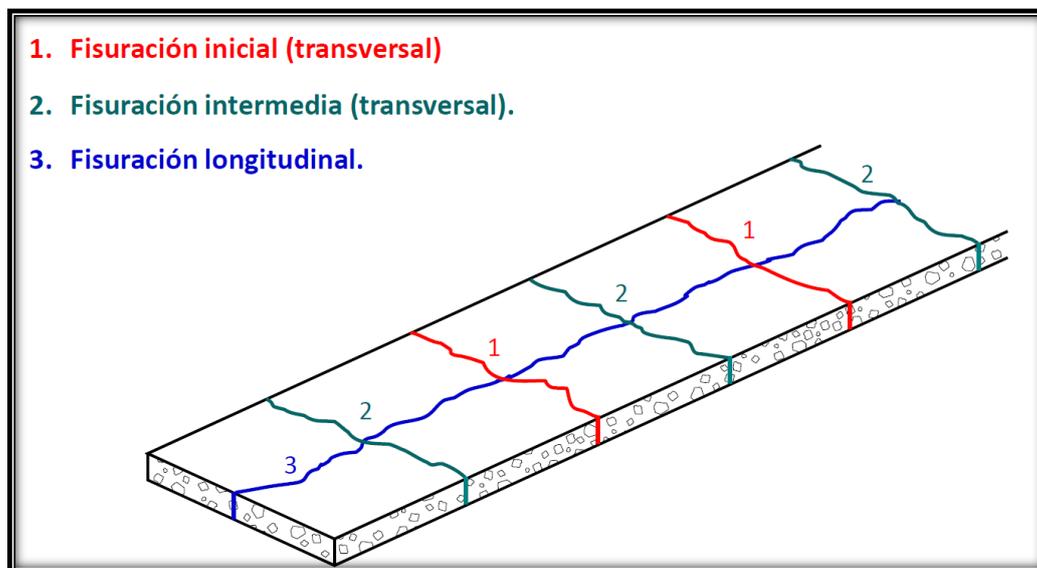


Figura 112. Desarrollo natural de fisuras (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, 2014)

7.4.14.1 Juntas transversales de contracción

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

$$Prof. \text{ min aserrado} = \frac{1}{3} * 22 \text{ cm} = 7,33 \text{ cm}$$

Se adopta un valor de profundidad de aserrado de 7,5 cm.

Se adopta una separación entre juntas transversales de 4,5 m < separación máxima = 4,62 m.

7.4.14.2 Pasadores

Son barras de acero lisas colocadas en la junta transversal para transferir cargas como se ven en las siguientes figuras. Las mismas colaboran en la disminución de tensiones y deflexiones en el hormigón y reducen el potencial de escalonamiento, bombeo y rotura de esquina en las losas.

Deben utilizarse con tránsito pesado en losas de 18 cm de espesor o superiores, donde la trabazón entre agregados no es suficiente para la transferencia de cargas y deben permitir el movimiento horizontal de las losas.

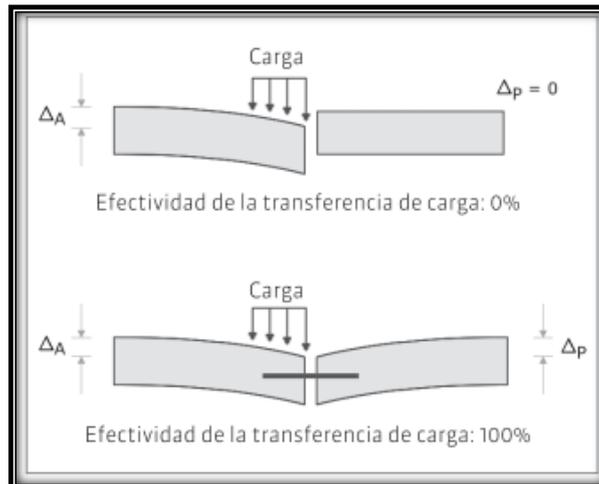


Figura 113. Eficiencia de la transferencia de cargas (*Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, 2014*)

El diámetro del pasador más conveniente depende principalmente del nivel de tránsito pesado, pero en la práctica se adopta el mismo en función del espesor de diseño. El manual de diseño provee una tabla con las características y exigencias que deben poseer los mismos.

En este caso, por poseer una losa de 22 cm de espesor, se deben emplear pasadores de 32 mm de diámetro, con un largo de 45 cm, separadas 30 cm entre ellas y 15 cm del borde.

Tabla 59. Características de los pasadores (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

Tipo de acero	Tipo I (AL-220)
Superficie	Lisa, libre de óxido y pintados íntegramente con aceite o desencofrante
Longitud	45 cm.
Diámetro	25 mm para $E \leq 20$ cm / 32 mm para $20 < E \leq 25$ cm / 38 mm para $E > 25$ cm
Separación	30 cm. de centro a centro y 15 cm. de centro a borde
Ubicación	Paralelo al eje de calzada, Mitad del espesor de losa y Mitad a cada lado de la junta transversal

Finalmente, se emplea una junta constructivamente de la siguiente forma:

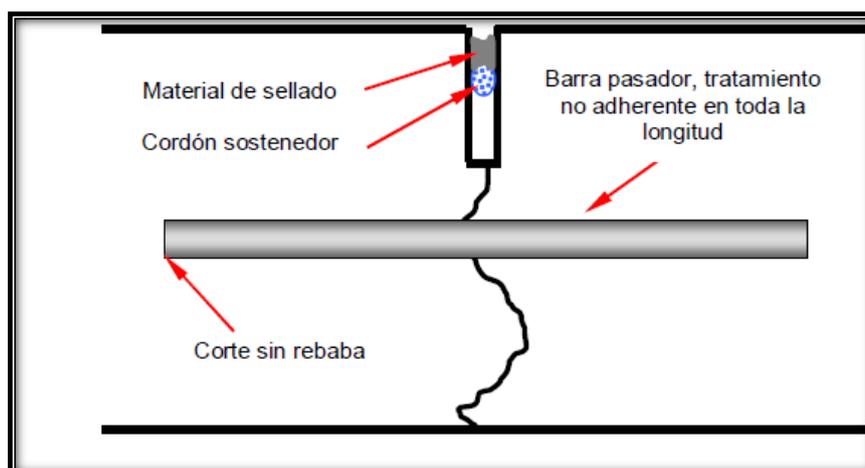


Figura 114. Representación de una junta con pasadores (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

7.4.14.3 Juntas longitudinales de contracción o articulación

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

Deben ser aserradas y selladas para impedir el ingreso de agua a la estructura del pavimento.

La transferencia de carga se materializa por trabazón de agregados, en tanto que se emplean barras de unión para mantener anclada la junta, garantizando una adecuada eficiencia en la transferencia de carga a largo plazo.

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

Las barras de unión son de acero conformado superficialmente y su dimensionado se realiza por la metodología propuesta en el manual de diseño y construcción de hormigón del ICPA; el mismo dependerá del espesor de las losas, la distancia al borde libre más cercano y la fricción en el plano de contacto.

Debiendo estimarse la sección mínima de acero de las barras de unión por cada losa de pavimento mediante la siguiente expresión:

$$A_{BU} = \frac{\gamma * E * L * \mu * S}{fa} = \frac{2400 * 0,22 * 4 * 1,8 * 4,5}{4282} = 3,99 \text{ cm}^2$$

Donde:

- A_{BU} = Sección mínima de acero de las barras de unión por cada losa de pavimento;
- γ = Peso unitario del hormigón;
- E = Espesor de la losa;
- L = Distancia al borde libre más cercano;
- μ = Coeficiente de fricción entre la losa y el apoyo;
- fa = Tensión admisible del acero;
- S = Separación entre juntas transversales.

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

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

Adoptando barras de 10 mm, se deben colocar:

$$N^{\circ}barras = \frac{3,99 \text{ cm}^2}{0,79 \text{ cm}^2} = 5 \text{ barras}$$

Con ese número de barras adoptado, las mismas deberán estar separadas:

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

Cumple con la medida mínima dada por la siguiente tabla:

Tabla 60. Largo mínimo de las barras de unión (Fuente: Manual AASHTO, 1993)

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

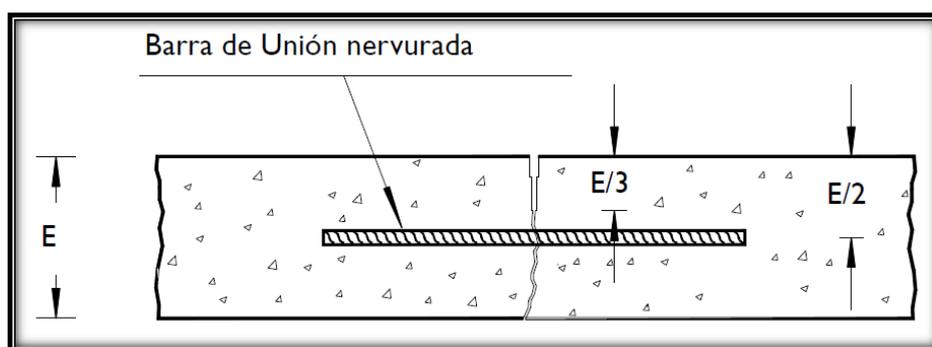


Figura 115. Detalle constructivo de una junta longitudinal (Fuente: Manual AASHTO, 1993)

7.4.14.4 Juntas longitudinales de construcción

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

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

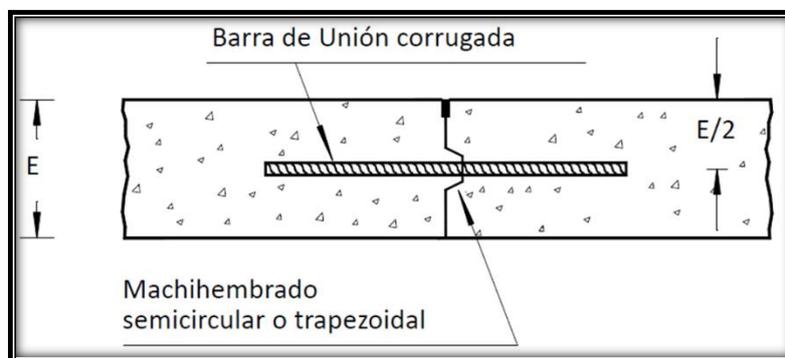


Figura 116. Detalle constructivo de una junta longitudinal de construcción (Fuente: Manual AASHTO, 1993)

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

7.4.14.5 Juntas transversales de dilatación

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

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

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

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

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

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

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

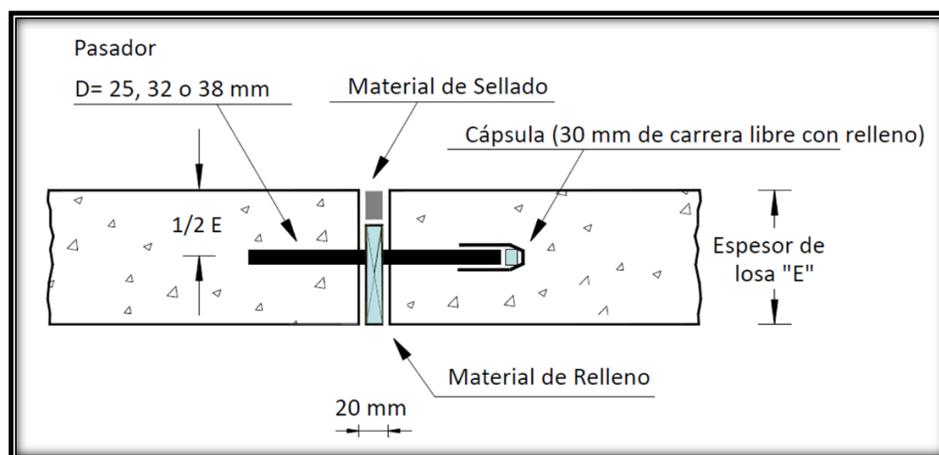


Figura 117. Detalle constructivo de una junta de dilatación (*Fuente: Manual AASHTO, 1993*)

7.4.14.6 Juntas transversales de construcción

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

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

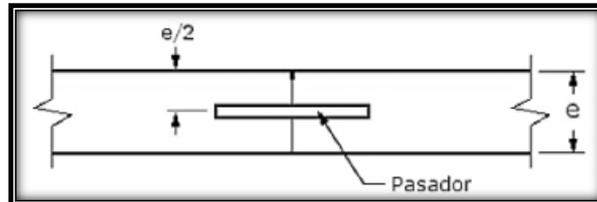


Figura 118. Detalle constructivo de una junta transversal de construcción (Fuente: Manual AASHTO, 1993)

7.4.15 Consideraciones en la elección del paquete

7.4.15.1 Bases tratadas con cemento

Pueden ser usadas bajo pavimentos de hormigón para proveer buen soporte estructural, resistir o minimizar el bombeo de finos y minimizar los efectos de la humedad y ciclos de congelación y deshielo. Este tipo de base puede usarse para pavimentos de concretos asfáltico, pero las fisuras por retracción desarrolladas por las bases tratadas con cemento se pueden reflejar en superficie.

El bombeo de finos es el movimiento del agua con material en suspensión ubicada debajo de la losa o su eyección hacia la superficie como resultado de la presión generada por la acción de las cargas del tránsito.

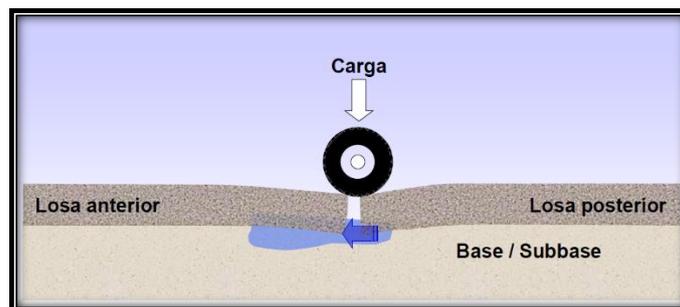


Figura 119. Primera etapa para la aparición del bombeo (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, 2014)

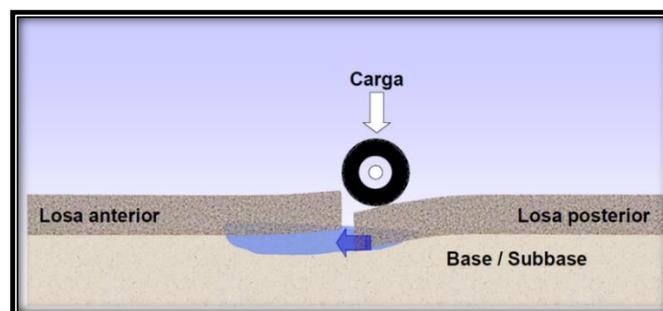


Figura 120. Segunda etapa para la aparición del bombeo (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, 2014)

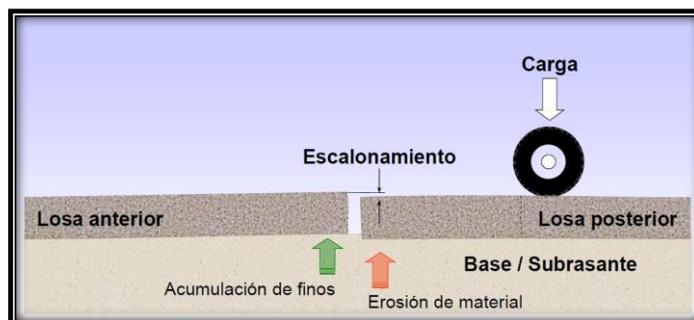


Figura 121. Tercera etapa para la aparición del bombeo (Fuente: *Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, 2014*)

Para que el mismo pueda darse, deben con existir las siguientes condiciones:

- Repeticiones reiteradas de cargas pesadas capaces de generar deflexiones importantes en juntas y bordes de la calzada de hormigón;
- Disponibilidad de agua en la interfase losa – subbase – banquina;
- Una subrasante compuesta por suelos finos o capaces de entrar en suspensión.

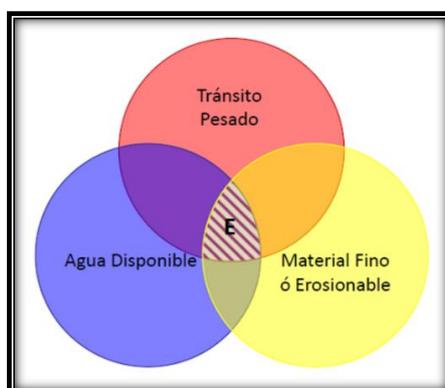


Figura 122. Variable que afectan la aparición del bombeo (Fuente: *Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, 2014*)

La razón principal de optar por una base de suelo – cemento fue la de lograr una base no erosionable, evitando este fenómeno antes descripto.

7.4.15.2 Sobreancho de calzada

El fin del sobre ancho es separar a las cargas de los bordes del pavimento, ya que en esa posición es donde se generan las mayores tensiones y deformaciones de la calzada.



Figura 123. Sobreancho de calzada de hormigón (Fuente: *Manual ICPA, 2014*)

Está comprobado que a partir de los 30 cm de sobre ancho ya tiene una colaboración suficiente para el fin que se busca. Ya a partir de los 60 cm de separación del borde, las tensiones y deformaciones tienden a ser constantes.

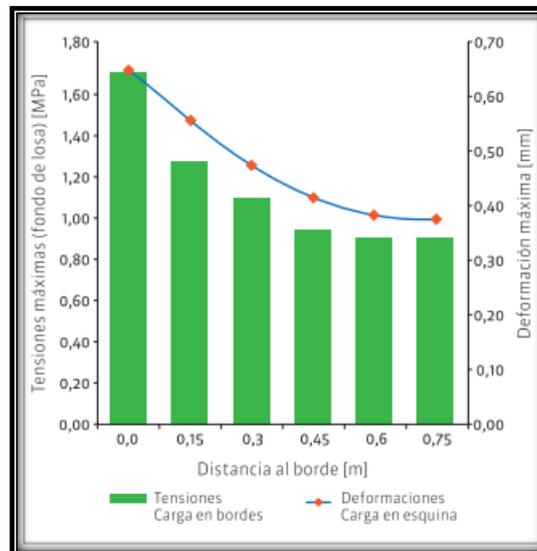


Figura 124. Variación de las tensiones máximas en el borde de la losa y las deformaciones en la esquina en función de la distancia al borde de las cargas (*Fuente: Manual ICPA, 2014*)

Por este motivo, se optó por un sobreaño de 0,35m a cada lado de la calzada de hormigón, logrando en total un ancho de camino de 8m.

$$\text{Ancho total} = 7,30\text{m (calzada)} + 2 * 0,35\text{m(sobreaño)} = 8 \text{ m}$$

7.4.16 Paquete estructural propuesto

En la siguiente figura se presenta el paquete estructural propuesto y adoptado para el anteproyecto, que se obtuvo luego del dimensionado de la losa, su verificación y el diseño de las juntas.

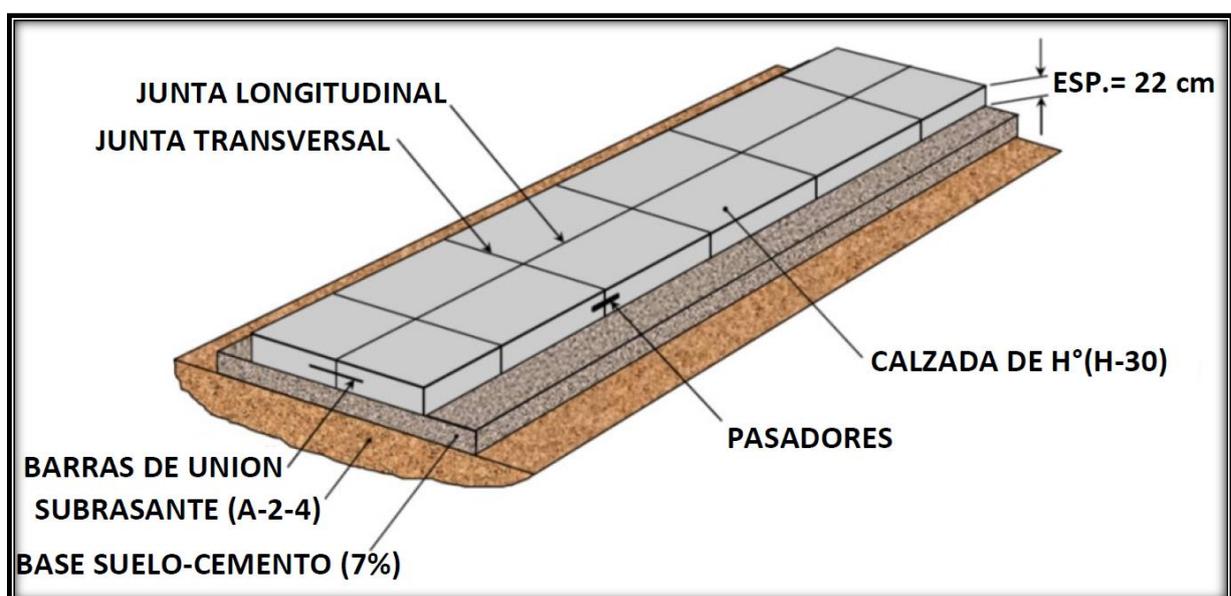


Figura 125. Componentes principales del paquete estructural elegido (*Fuente: Elaboración propia*)

7.5 Diseño de intersecciones

Dentro del proyecto en estudio existen dos intersecciones que no se encuentran resueltas bajo las normas que exige la dirección de vialidad: una es el cruce entre la RP N°43 con la RP N°99 y la otra es el cruce entre la RP N°99 y la RP N°5.

En este apartado se realizará la elección de la solución vial propuesta para cada uno de estos cruces mencionados.

7.5.1 Intersección entre RP N°43 y RP N°99

Actualmente se trata de una intersección de tipo “T” común, sin la señalización necesaria, y un camino auxiliar que ingresa a la RP N°43 con un ángulo menor a 90°. En las imágenes satelitales se puede ver el estado actual de la misma:

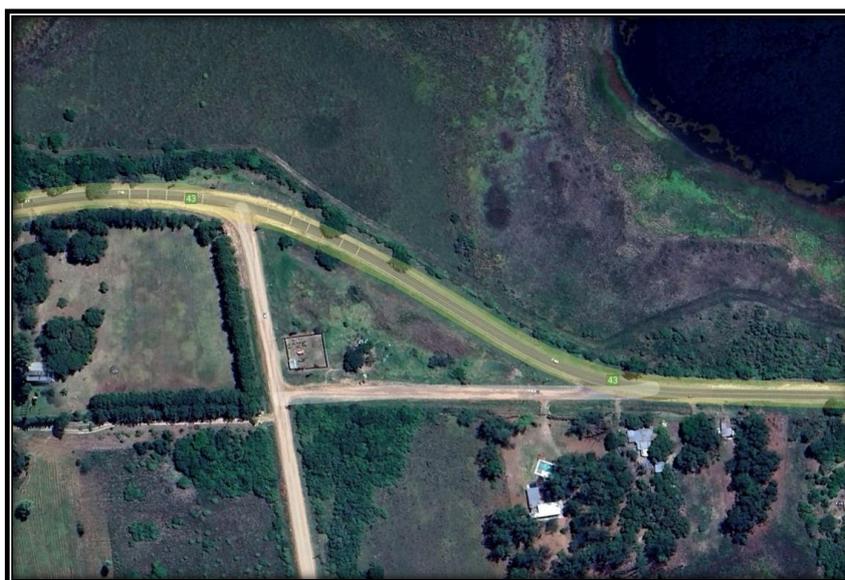


Figura 126. Estado actual de la intersección (Fuente: Google Earth, 2022)

Para la elección del tipo de intersección, en principio, se debe analizar los TMDA de cada uno de los caminos que llega a la intersección, y en función a esto, analizar la solución vial más conveniente.

La siguiente figura, extraída del Manual de Carreteras (HCM), puede ser de ayuda para la toma de decisiones en este caso, en el mismo se distinguen cuatro zonas:

- **ZONA I:** La intersección a proyectar será un simple cruce a nivel que podrá llevar señalización vertical adecuada o semaforización, dependiendo el caso;
- **ZONA II:** Corresponde a la intersección de una vía con más de 40.000 veh/día con otra de a lo sumo 25.000 veh/día, lo cual indica que la primera debe tener características de autopista, y consecuentemente requieren intersecciones a distinto nivel;
- **ZONA III:** Intersecciones de vías con más de 40.000 veh/día cada una de ellas, intersecciones en autopistas;
- **ZONAS RAYADAS:** Corresponden a zonas de incertidumbre, la decisión sobre el tipo de obra no resulta clara, deberá realizarse un exhaustivo análisis económico de las alternativas.

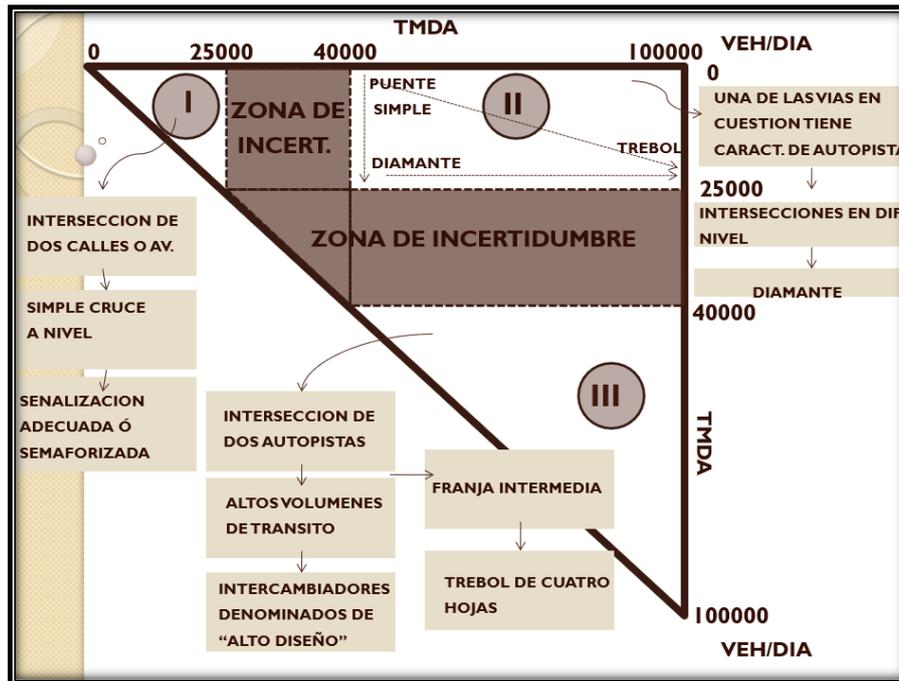


Figura 127. Abaco que sugiere soluciones en función de los TMDA (Fuente: *Manual de carreteras, 2020*)

Los TMDA de diseño a 25 años para ambas rutas son:

- $TMDA_{RP N^{\circ}43} = 12.333 \frac{veh}{dia}$
- $TMDA_{RP N^{\circ}99} = 4.923 \frac{veh}{dia}$

Para este caso correspondería a la “ZONA I”, ya que ambos TMDA son menores a 25.000 veh/día.

Por lo tanto, se opta por una intersección “T” canalizada de tipo “raqueta”, se llama canalizada porque todos los movimientos de los vehículos se realizan por vías bien definidas mediante isletas.

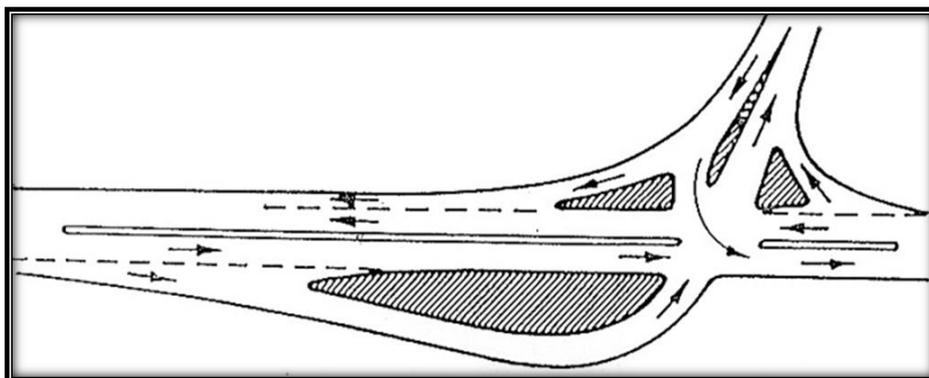


Figura 128. Intersección tipo “Trompeta” (Fuente: *Manual de Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones, 1975*)

Con ayuda de tablas da en el “Manual de Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones” de la Dirección General de Carreteras, se puede adoptar radios mínimos para cada una de las canalizaciones que cubra todas las posibles maniobras que puedan realizar los conductores. Estas tablas relacionan la velocidad de giro adoptada para las maniobras con el radio mínimo necesario para las aristas de las curvas.

Tabla 61. Radios mínimos en intersecciones (Fuente: Manual de Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones, 1975)

Velocidad específica de giro, V, km/h	25	30	35	40	45	50	55	60
Coef. Rozto. Trans, f	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17
Peralte mínimo adoptado, p	0,00	0,02	0,03	0,04	0,055	0,07	0,08	0,08
Total, p + f	0,31	0,30	0,28	0,27	0,265	0,26	0,26	0,25
Radio mínimo de cálculo, R,m	15,87	23,62	34,44	46,66	60,17	75,71	91,61	113,39
Radio mínimo adoptado, m	15	25	35	45	60	75	90	120

Tabla 62. Tipos de curvas y radios mínimos en intersecciones (Fuente: Manual de Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones, 1975)

RADIO DEL BORDE EXTERIOR DEL PAVIMENTO	ANGULO EN EL CENTRO		CURVA DE TRES CENTROS PARA EL BORDE INTERIOR DEL PAVIMENTO					
	R_0	Ω	R_1	R_2	R_3	θ	s	
m		g	m	m	m	m	m	
14 (2)	67	A	100 (1)	50	12.50	75	16.80	3.80
	100	A	200	30	8	60	13.40	1.20
	MAYOR	DE	100	22	7	60	14.00	0.00
15 (2)	67	A	100 (1)	54	13.50	75	17.70	3.80
	100	A	200	36	9	60	14.40	1.30
	MAYOR	DE	200	24	7.50	60	15.00	0.00
18	67	A	100 (1)	36	16	90	24.40	3.40
	100	A	233	36	12	90	17.50	0.40
	MAYOR	DE	233	24	11.50	90	18.00	0.00
20	67	A	100 (1)	36	18	90	22.00	2.80
	100	A	200	36	15	90	19.80	0.70
	MAYOR	DE	200	30	14	90	20.00	0.00
22.50	45	A	67	60	27	90	31.00	4.80
	67	A	233	36	17	90	22.10	0.40
	MAYOR	DE	233	36	16.50	90	22.50	0.00
30	0	A	33	65	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	33	A	67	60	27	120	31.00	1.50
	MAYOR	DE	67	36	25	120	30.00	0.00
45	0	A	28	90	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	MAYOR	DE	28	90	40.50	120	45.00	0.00
60 (3)	0	A	22	120	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	MAYOR	DE	22	120	56.00	120	60.00	0.00

(1) - NO SE RECOMIENDAN RADIOS MENORES DE 22.50 m. PARA ANGULOS DE MENOS DE 67g. O MENORES DE 30 m. PARA ANGULOS DE 45g. PORQUE RESULTAN ARCOS DE CORTA LONGITUD.

(2) - LOS RADIOS DE 14 Y 15 m. SOLO SE ADMITEN PARA VELOCIDAD PRACTICAMENTE NULA SI SE PREVEN VEHICULOS ARTICULADOS; ESTA SOLUCION SOLAMENTE SE USARA EN CASOS CRITICOS.

(3) - PARA CUALQUIER RADIO ENTRE 60 Y 150 m. SE UTILIZARAN CURVAS CONCENRICAS DE RADIO INTERIOR 4m. MENOR QUE EL RADIO EXTERIOR, EMPLEANDO CURVAS DE TRANSICION.

Esta intersección cuenta con dos caminos que parten desde la RP N°99 hasta interceptarse con la RP N°43.

Se decide diseñar la intersección canalizada antes detallada en el camino que forma un ángulo aproximadamente recto entre ambos caminos; y con el otro camino se decide limitar a un solo sentido de circulación, de manera que sirva para realizar la maniobra de giro a la derecha desde RP N°99 hacia RP N°43.

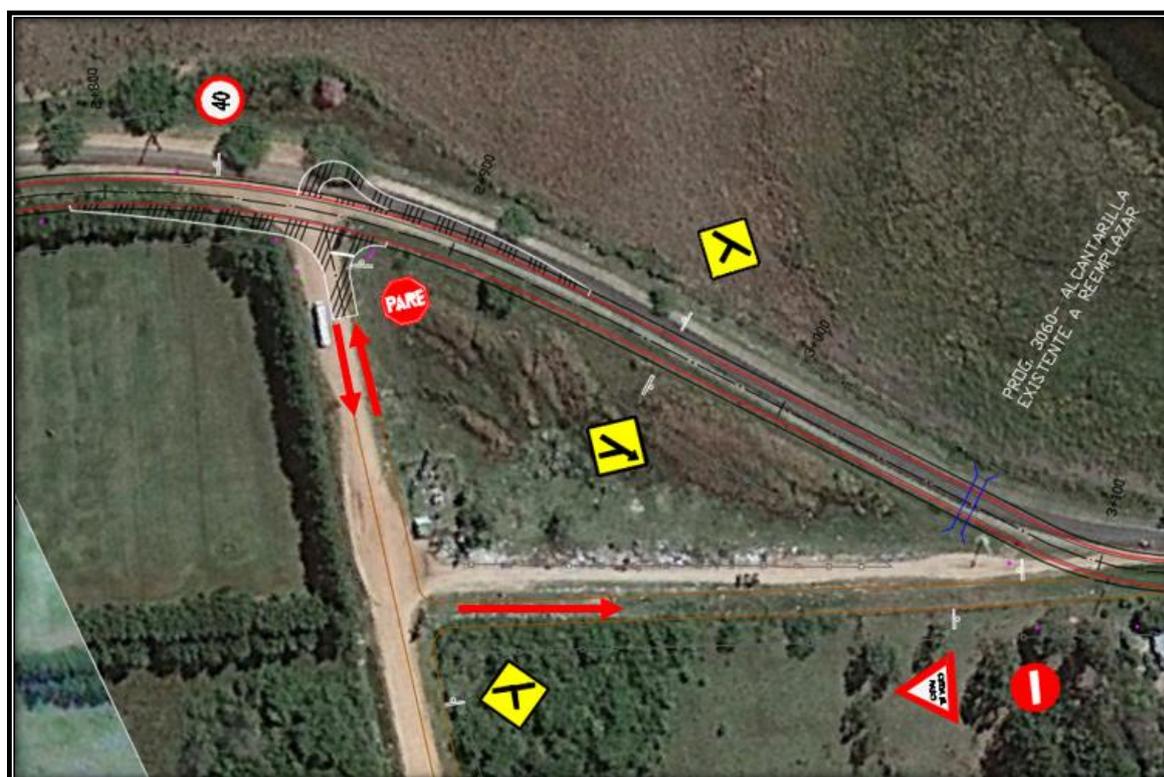


Figura 129. Diseño adoptado para la intersección (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente puede verse el diseño adoptado en el *Plano N°17*, donde se detalla la forma elegida para la misma con todos los valores de radios adoptados.

7.5.2 Intersección entre RP N°5 y RP N°99

Sucede una situación similar a la anterior con dos diferencias: en primer lugar, debido al TMDA futuro de la RP N°5, según el diagrama antes mostrado pasa de la “ZONA I” a la “ZONA DE INCERTIDUMBRE” ya que el mismo supera los 25.000 veh/día.

La otra diferencia radica en que sobre la RP N°5 se encuentra en etapa de construcción el proyecto de duplicación de calzada, por lo tanto, se trata de un camino de múltiples carriles y no un camino rural de dos carriles como el caso de la RP N°43.

Los TMDA de diseño a 25 años para ambas rutas son:

- $TMDA_{RP\ N^{\circ}5} = 29.972 \frac{veh}{dia}$
- $TMDA_{RP\ N^{\circ}99} = 4.923 \frac{veh}{dia}$

Se opta por una intersección “T” canalizada de tipo “raqueta” con isletas separadoras.

Cabe aclarar que en caso de un proyecto, por tratarse de una zona de incertidumbre, se debería realizar un exhaustivo análisis económico para evaluar la viabilidad de la solución adoptada para esta intersección.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal del presente anteproyecto es una resolución global de la zona en estudio, se elige adoptar una intersección de este tipo.

Con ayuda de tablas da en el “Manual de Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones” de la Dirección General de Carreteras, se puede adoptar radios mínimos para cada una de las canalizaciones que cubra todas las posibles maniobras que puedan realizar los conductores.

La particularidad con la que cuenta esta intersección, es la ubicación de una estación de control policial ubicada exactamente en el punto donde ambos caminos se cruzan.

En cuanto a esta problemática, se decide reubicar esta estación de manera que no sea un estorbo para el desarrollo de los radios mínimos necesarios para la intersección canalizada.



Figura 130. Control policial ubicado en la intersección (*Fuente: Google Earth*)

Finalmente puede verse el diseño adoptado en el **Plano N°18**, donde se detalla la forma elegida para la misma.

8. Análisis de la seguridad vial

8.1 Introducción

El presente capítulo tiene por objetivo el estudio, análisis y diseño de la seguridad vial y peatonal de los caminos en estudio, teniendo en cuenta el estado actual de los mismos descritos en el capítulo 4.

Las circulaciones vehiculares y peatonales deben ser guiadas y reguladas a fin de que puedan llevarse a cabo en forma segura, fluida y ordenada con el fin de cuidar la vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías.

Los aspectos que se estudiarán en este proyecto serán la señalización horizontal, la señalización vertical y la iluminación siguiendo los lineamientos de los Manuales de Señalamiento Horizontal y Vertical, y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación provistos por la DNV.

8.1.1 Siniestros viales en los caminos en estudio

Si bien no se cuenta con un registro estadístico de los siniestros viales de los caminos, se pudo obtener información provista por el Registro Provincial de Antecedentes de Tránsito (REPAT), de la Dirección de Seguridad Vial de la Provincia de Corrientes de la RP N°43 de accidentes con víctimas mortales.

Tabla 63. Siniestros registrados sobre la RP N°43 (*Fuente: REPAT*)

Progresiva	Detalle	Observación Característica Tramo	Fuente de Información	Obra Proyectada en lugar del Accidente
0+700	C.A. - Estrella - Accidente Mortal	Tramo Recto Zona Urbanizada	REPAT	Banquinas en 3,00m de ancho; Adecuación de taludes
2+850	Estrella - Accidente Mortal Raúl G. Soto 23/08/14	Intersección Camino a Laguna Brava y RPN°5	REPAT	Señalización Vertical en Intersección
3+400	C.D. - Estrella - Accidente Mortal Claudio Miguel Lezcano 17/01/2016	Curva	REPAT	Banquinas en 3,00m de ancho; Adecuación de taludes

5+000	Accidente Mortal - Motocicleta - Despiste - 15/01/17	Curva	REPAT	Banquinas en 3,00m de ancho; Adecuación de taludes
5+000	Accidente Mortal - Motocicleta - Caída - 17/01/17	Curva	REPAT	Banquinas en 3,00m de ancho; Adecuación de taludes
-	Accidente Mortal - Automóvil con Motocicleta - Colisión en Calzada con vehículo Circulando - 22/06/2018	-	REPAT	Banquinas en 3,00m de ancho; Adecuación de taludes

Analizando la información, es posible detectar que en los accidentes siempre participa el tipo de vehículo motocicleta, como único vehículo o junto con un automóvil y que la mayoría de los accidentes suceden en zona de curva, particularmente en la curva de la progresiva 5+050.

Debido a este motivo se determina la colocación de chevrones en la curva mencionada.

Respecto a la RP N°99 no se cuenta con ningún tipo de información sobre siniestros viales debido al nivel de servicio actual del camino.

8.2 Señalización vertical

La señalización vertical se compone de señales de tránsito colocadas al costado del camino o elevadas sobre la calzada, mediante pórticos o ménsulas, con la finalidad de guiar el tránsito, regular la circulación, y advertir determinadas circunstancias.

La señalización vertical aumenta los niveles de seguridad y eficacia de la circulación; esta debe ser uniforme en su diseño, posición y aplicación. Es necesaria su uniformidad a fin de que las señales sean reconocidas y entendidas instantáneamente por los usuarios.

8.2.1 Clasificación

8.2.1.1 Señales reglamentarias

Son aquellas que transmiten ordenes específicas, de cumplimiento obligatorio en el lugar para el cual están destinadas, creando excepción a las reglas generales de circulación; reglas de velocidad; y reglas de transporte.

Estas se subclasifican en:

- Señales de prohibición
- Señales de restricción
- Señales de prioridad
- Señales de fin de la prescripción

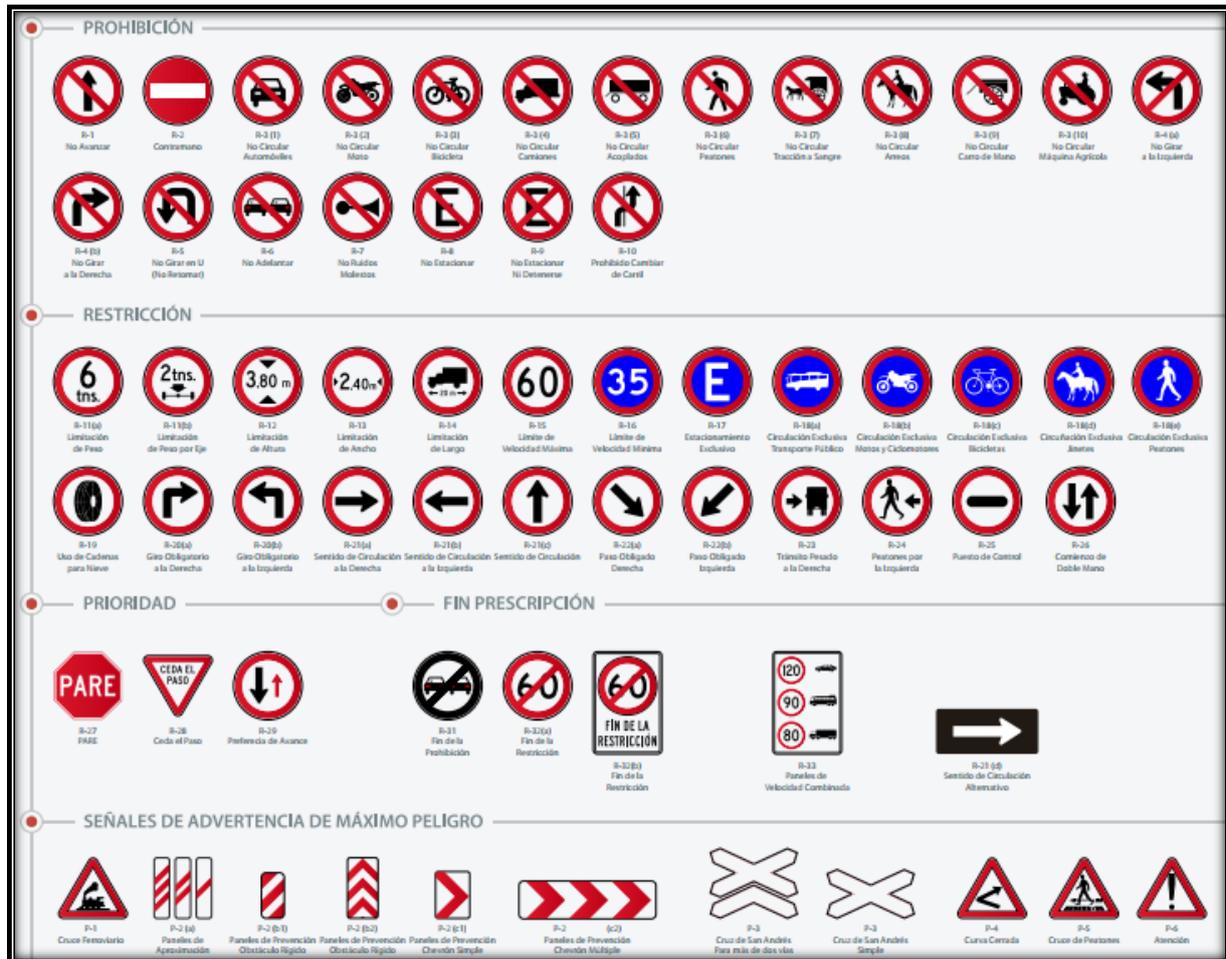


Figura 131. Señales reglamentarias (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

8.2.1.2 Señales preventivas

Son aquellas que advierten la proximidad de una circunstancia anormal en la vía que puede resultar sorpresivo o peligroso a la circulación, por lo que generalmente no son evidentes para el conductor.

Estas se subclasifican en:

- Señales de advertencia de peligro
- Señales sobre características de la vía
- Señales sobre posibilidad de riesgos eventuales
- Señales de anticipo de otros dispositivos de control de tránsito
- Fin de prevención

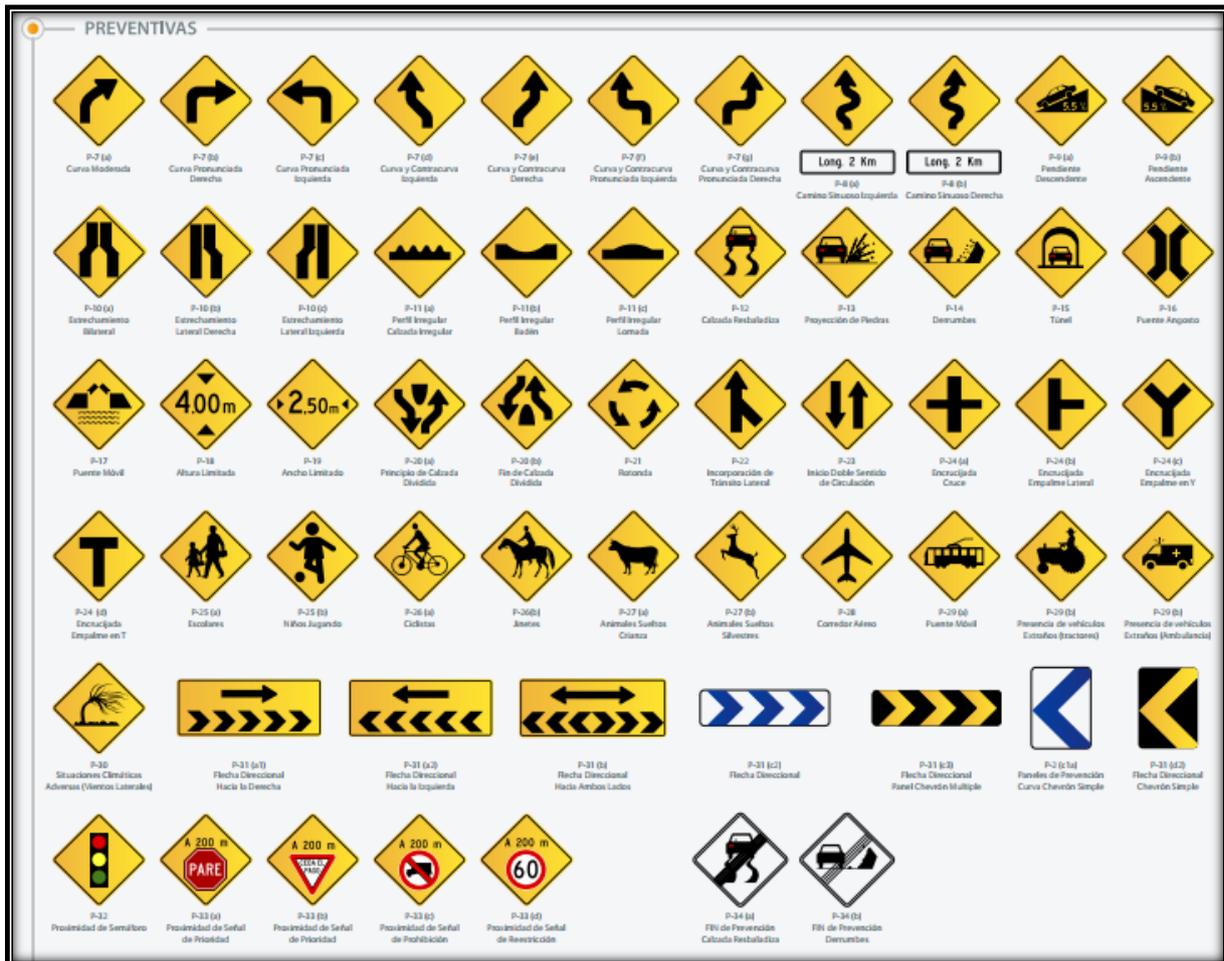


Figura 132. Señales preventivas (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

8.2.1.3 Señales informativas

Son aquellas que identifican, orientan, o hacen referencia a aspectos tales como: servicios, destinos, rutas que sean de utilidad para el usuario en su itinerario suministrando información sobre la navegación, de tal forma de poder realizar el viaje en forma segura.

Estas se subclasifican en:

- Señales de nomenclatura vial y urbana. Distancias y destinos
- Señales sobre características de la vía
- Señales sobre maniobras permitidas
- Señales educativas y anuncios especiales

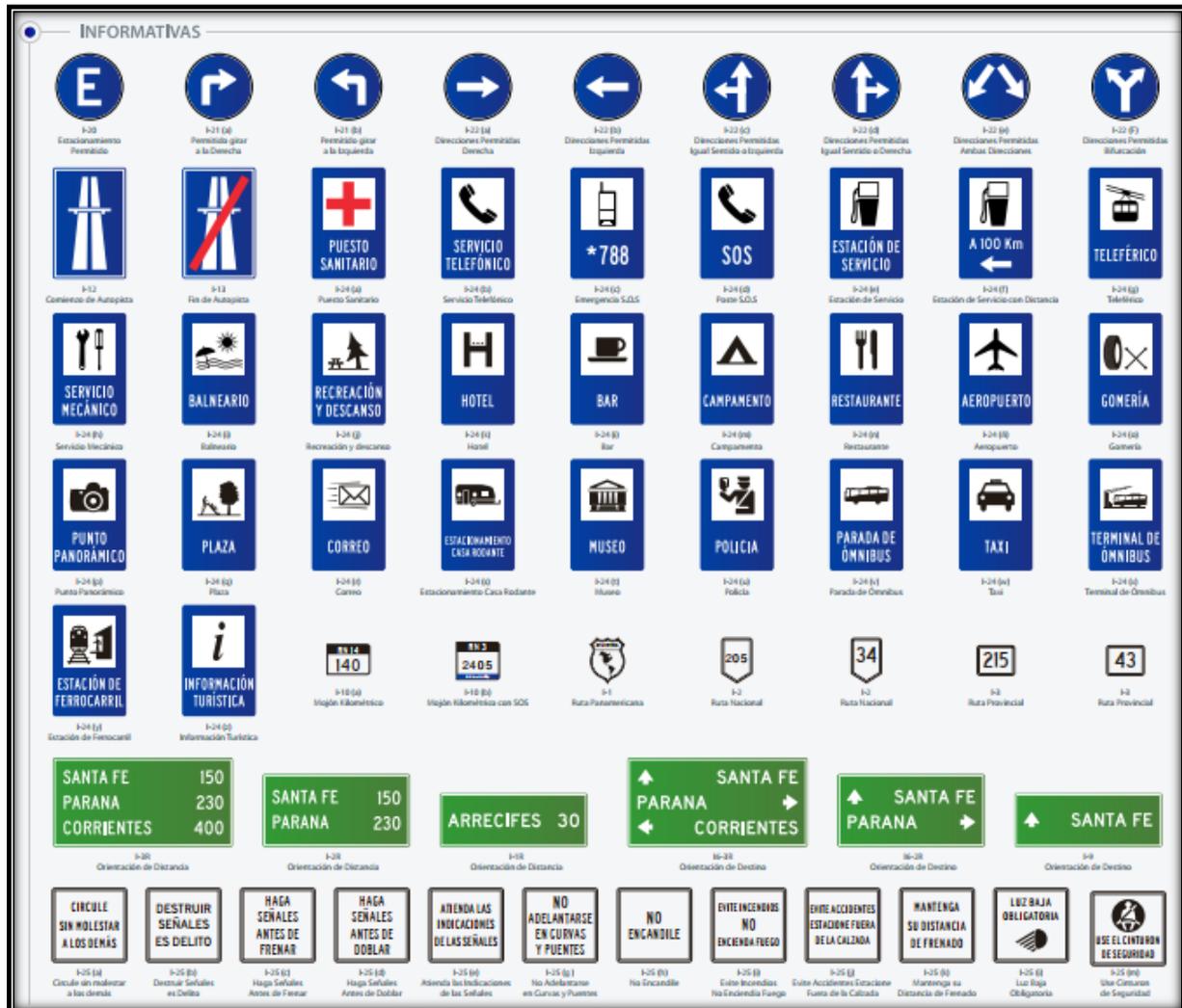


Figura 133. Señales informativas (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

8.2.1.4 Señales transitorias

Son aquellas que advierten acerca de la ejecución de trabajos de construcción y mantenimiento de la vía, o sobre ciertos peligros temporales sobre la vía. Su ubicación sobre la vía es temporal.



Figura 134. Señales transitorias (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

8.3 Señalización horizontal

Las marcas viales o demarcación horizontal son las señales de tránsito aplicadas sobre la calzada, con la finalidad de guiar el tránsito vehicular, regular la circulación y advertir determinadas circunstancias, incluyendo transmisión de órdenes y/o indicaciones de zonas prohibidas.

Las demarcaciones horizontales emiten su mensaje a través de líneas de diferentes tipos y jerarquías, símbolos y leyendas aplicados sobre la superficie de la vía. Al estar en la zona donde los conductores concentran su atención, deben ser percibidas visualmente y comprendidas sin esfuerzo por parte de los usuarios.

8.3.1 Clasificación

8.3.1.1 Líneas longitudinales

Son aquellas que se ubican en forma paralela al eje de la carretera. Suministran una guía “positiva” delineando los límites de la calzada donde es seguro circular y una “negativa” indicando las áreas donde no es seguro viajar o directamente donde está prohibida la circulación.

Estas se subclasifican en:

- Líneas centrales de “Eje”
- Líneas de borde
- Líneas de carril

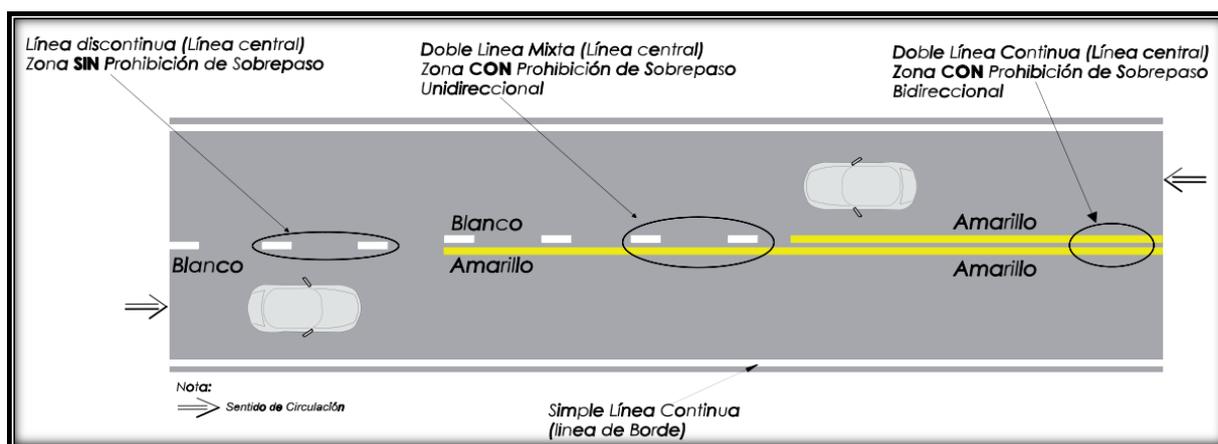


Figura 135. Líneas centrales de eje y borde (*Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV*)

8.3.1.2 Líneas transversales

Son las que se ubican en forma perpendicular al eje de la carretera y se emplean para indicar sectores de reducción de velocidad ante un punto de riesgo o la existencia de líneas límites, entendiendo por tales, las líneas que no pueden ser sobrepasadas sin efectuar una acción en relación derecho de paso.

Estas se subclasifican en:

- Líneas auxiliares para reducción de velocidad
- Línea de detención
- Senda peatonal
- Senda para ciclistas

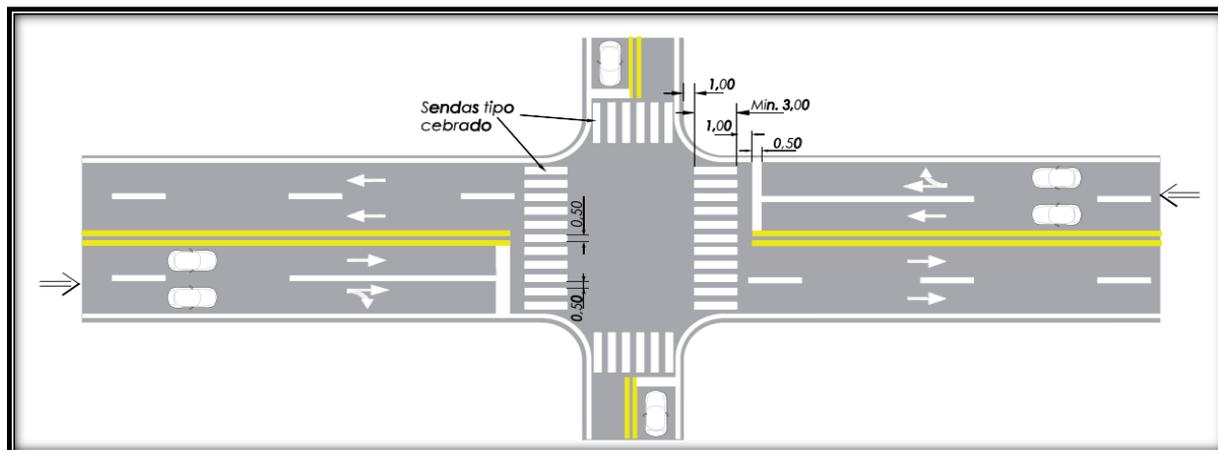


Figura 136. Señalización horizontal transversal (Fuente: *Manuales de señalización vertical. DNV*)

8.3.1.3 Símbolos y leyendas

Son las que, por su singular conformación física, se ubican en sentido perpendicular a la carretera, incluyéndose dentro de esta clase las siguientes marcas:

- Flechas
- Cruce ferroviario
- Rombo: indica exclusividad o uso restringido del carril
- Pictogramas: incluye ovals de velocidad, triangulo de ceda el paso y bicicleta
- Lomada
- Badén

8.4 Diseño de la señalización de los caminos en estudio

Para el diseño de la señalización de la RP N°43 se tuvo en cuenta el comportamiento del tránsito en la misma, considerando que desde el cruce la RN N°12 con la RP N°43 hasta el cruce de la RP N°43 con la RP N°99 se comporta como uno de tipo semiurbano debido a la existencia de una gran cantidad de locales comerciales como ser supermercados, farmacias y verdulerías, junto con los asentamientos urbanos y barrios privados que se encuentran aledaños a la misma, lo que se traducen maniobras de giros a la izquierda o derecha por parte de los usuarios para acceder a tales establecimientos.

Desde la intersección de la RP N°43 con la RP N°99 hasta Santa Ana, se considera un tránsito con comportamiento similar al de un camino rural.

En cuanto a la RP N°99 se considera el mismo tipo de tránsito que el primer tramo de la RP N°43, debido mayoritariamente a la existencia de barrios privados.

Por los motivos mencionados anteriormente, los criterios de diseño para la señalética en estos tramos serán diferentes, siguiendo para cada uno de ellos los lineamientos de los manuales de la DNV en función del tipo de tránsito.

8.4.1 Señalización RP N°43

Los aspectos que se tuvieron para la colocación de la señalización horizontal se deben a lo ya mencionado en el apartado 8.4 sobre el comportamiento de la ruta, decidiendo la colocación de doble línea plana color amarillo, la cual indica la prohibición de sobrepaso entre vehículos como líneas centrales.

La decisión se fundamenta por la existencia de un tránsito semiurbano en el primer tramo, y en el segundo por la presencia de curvas y contracurvas, lo que disminuye considerablemente las distancias visuales de los conductores.

Se adoptan además, líneas de borde conformadas debido a la existencia de una banquina pavimentada.

Se colocarán líneas de detención acompañadas de sendas peatonales en las intersecciones que lo requieran y en los sitios donde exista semaforización.

En el sitio donde se emplaza la Escuela N°401 Manuel L. Lainez se colocarán sendas peatonales acompañadas de líneas de detención y líneas auxiliares para reducción de velocidad (*Plano N°18*).

Estas últimas también serán colocadas en el acceso al “Crematorio y Cementerio Parque del Recuerdo” y en el control policial del camino.

En el arco de ingreso a Santa Ana se colocarán líneas de ceda el paso.

A continuación, se presentan todas las señales verticales y horizontales utilizadas sobre la RP N°43, indicando en que progresiva se ubican, el tipo de señal y sus superficies (*Plano N°13.1 a 13.6*).

Tabla 64. Señalización vertical del proyecto sobre RP N°43 Señales reglamentarias (*Fuente: Elaboración propia*)

SEÑALIZACIÓN VERTICAL							
Señal	Código	Clasificación	Progresiva	Sentido	Cantidad	Superficie [m ²]	Sup. Total [m ²]
PARE	R-27	Reglamentaria	0+000	Descendente	3	0,67	2,01
			9+100	Ascendente			
			8+650	Descendente			
LÍMITE DE VELOCIDAD MÁXIMA	R-15	Reglamentaria	0+025	Ascendente	11	0,64	7,04
			0+250	Descendente			
			2+450	Ascendente			
			2+825	Descendente			
			6+000	Ascendente			
			6+350	Descendente			
			7+650	Ascendente			
			7+850	Descendente			
			8+300	Ascendente			
			8+800	Ascendente			
9+100	Descendente						

NO ADELANTAR	R-6	Reglamentaria	0+125	Ascendente	3	0,64	1,92
			7+400	Ascendente			
			9+000	Descendente			
CRUCE DE PEATONES	P-5	Reglamentaria	0+050	Descendente	11	0,95	10,45
			1+075	Ascendente			
			1+150	Ascendente			
			1+225	Descendente			
			1+875	Ascendente			
			1+925	Ascendente			
			1+975	Descendente			
			6+100	Ascendente			
			6+150	Descendente			
			8+700	Ascendente			
8+750	Descendente						
CEDA EL PASO	R-28	Reglamentaria	3+075	Ascendente	1	0,95	0,95
CONTRAMANO	R-2	Reglamentaria	3+100	Descendente	1	0,64	0,64
ENCRUCIJADA (empalme en T)	P-24(d)	Preventiva	0+350	Descendente	3	0,81	2,43
			8+700	Descendente			
			8+950	Ascendente			
PROXIMIDAD DE SEMÁFORO	P-32	Preventiva	1+000	Ascendente	8	0,81	6,48
			1+150	Ascendente			
			1+300	Descendente			
			1+800	Ascendente			
			1+925	Ascendente			
			2+050	Descendente			
			2+475	Ascendente			
2+750	Descendente						
ESCOLARES	P-25(a)	Preventiva	2+525	Ascendente	2	0,81	1,62
			2+725	Descendente			
CURVA Y CONTRACURVA DERECHA	P-7(e)	Preventiva	2+575	Ascendente	2	0,81	1,62
			3+275	Descendente			
ENCRUCIJADA (empalme lateral)	P-24(b)	Preventiva	2+750	Ascendente	6	0,81	4,86
			2+950	Descendente			
			2+500	Ascendente			
			8+900	Descendente			
			9+100	Descendente			
			9+100	Ascendente			
INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO LATERAL	P-22	Preventiva	3+975	Ascendente	2	0,81	1,62
			8+850	Descendente			
CURVA MODERADA	P-7(a)	Preventiva	3+300	Ascendente	10	0,81	8,1
			3+550	Descendente			
			4+250	Ascendente			
			4+650	Descendente			
			4+900	Ascendente			

			5+250	Descendente			
			7+250	Ascendente			
			7+725	Descendente			
			8+400	Ascendente			
			8+800	Descendente			
CHERVÓN SIMPLE	P-2(c1)	Preventiva	5+050	Ascendente	6	0,27	1,62
			5+050	Descendente			
ORIENTACIÓN DE DESTINO	I6-3R	Informativa	0+125	Descendente	1	2,88	2,88
POLICÍA	I-24	Informativa	7+550	Ascendente	2	1,5	3
			8+000	Descendente			

Tabla 65. Señalización horizontal del proyecto sobre RP N°43 Señales reglamentarias
(Fuente: Elaboración propia)

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL						
Señal	Clasificación	Progresiva	Sentido	Cantidad	Superficie [m ²]	Sup. Total [m ²]
LÍNEAS CENTRALES	LÍNEAS LONGITUDINALES	0+000 a 9+100	Ambos	2	1.365,0	2.730,0
LÍNEAS DE BORDE CONFORMADAS	LÍNEAS LONGITUDINALES	0+000 a 9+100	Ambos	2	1.395,0	2.790,0
SENDA PEATONAL	LÍNEAS TRANSVERSALES	0+000	Ambos	1	19,5	214,5
		1+150		3		
		1+925		3		
		2+620		1		
		6+125		1		
		8+710		1		
		9+100		1		
LÍNEA DE DETENCIÓN	LÍNEAS TRANSVERSALES	0+000	Descendente	1	1,8	24,7
		1+150	Ambos	2	7,0	
		1+925	Ambos	2	7,0	
		2+620	Ambos	2	7,0	
		9+100	Ascendente	1	1,8	
LÍNEA DE CEDA EL PASO	LÍNEAS TRANSVERSALES	6+125	Ambos	2	3,8	15,1
		8+710	Ambos	2		
LÍNEAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD	LÍNEAS TRANSVERSALES	2+520 a 2+720	Ambos	10	2,2	65,7
		6+020 a 6+320	Ambos	10		
		7+650 a 7+850	Ambos	10		
FLECHA SIMPLE RECTA	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	2+730 a 2+900	Ambos	9	1,3	11,9
FLECHA SIMPLE CURVADA	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	2+850	Ascendente	2	1,2	4,9
		4+900	Ascendente	1		
		5+250	Descendente	1		

FLECHA COMBINADA	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	2+800 a 3+000	Ambos	6	2,5	22,5
		8+510 a 8+600	Ascendente	3		
MARCA CANALIZADORA	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	2+890	Descendente	1	1,6	1,6

En los apartados 8.4.3 y 8.4.4 se describen todas las características de las señales utilizadas.

8.4.2 Señalización RP N°99

A continuación, se describen todas las señales utilizadas sobre la RP N°43, indicando en que progresiva se ubican, el tipo de señal y sus dimensiones reglamentarias (*Plano N°16.1 a 16.4*).

Tabla 66. Señalización vertical del proyecto sobre RP N°99 Señales reglamentarias (*Fuente: Elaboración propia*)

SEÑALIZACIÓN VERTICAL							
Señal	Código	Clasificación	Progresiva	Sentido	Cantidad	Superficie [m ²]	Sup. Total [m ²]
PARE	R-27	Reglamentaria	0+010	Descendente	3	0,67	2,01
			3+690	Ascendente			
			4+430	Ascendente			
LÍMITE DE VELOCIDAD MÁXIMA	R-15	Reglamentaria	0+050	Ascendente	15	0,64	9,6
			0+240	Descendente			
			0+510	Ascendente			
			0+510	Descendente			
			0+910	Descendente			
			1+030	Ascendente			
			1+250	Descendente			
			1+415	Ascendente			
			1+515	Descendente			
			2+390	Ascendente			
			2+390	Descendente			
			3+380	Ascendente			
			3+380	Descendente			
			3+780	Ascendente			
4+300	Descendente						
NO ADELANTAR	R-6	Reglamentaria	0+690	Ascendente	2	0,64	1,28
			3+600	Descendente			
ENCRUCIJADA (empalme en T)	P-24(d)	Preventiva	0+050	Descendente	2	0,81	1,62
			4+320	Ascendente			

ENCRUCIJADA (empalme lateral)	P-24(b)	Preventiva	0+170	Descendente	1	0,81	0,81
INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO LATERAL	P-22	Preventiva	3+480	Ascendente	2	0,81	1,62
			3+900	Descendente			
CURVA MODERADA	P-7(a)	Preventiva	3+450	Ascendente	2	0,81	1,62
			3+890	Descendente			
ORIENTACIÓN DE DESTINO	I6-3R	Informativa	0+200	Descendente	4	2,88	11,52
			3+620	Ascendente			
			4+380	Ascendente			
POLICÍA	I-24	Informativa	0+910	Descendente	2	1,5	3
			1+340	Ascendente			

Tabla 67. Señalización horizontal del proyecto sobre RP N°99 Señales reglamentarias
(Fuente: Elaboración propia)

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL						
Señal	Clasificación	Progresiva	Sentido	Cantidad	Superficie	Sup. Total
LÍNEAS CENTRALES	LÍNEAS LONGITUDINALES	0+000 a 4+430	Ambos	2	664,5	1.329,0
LÍNEAS DE BORDE CONFORMADAS	LÍNEAS LONGITUDINALES	0+000 a 4+430	Ambos	2	664,5	1.329,0
LÍNEA DE DETENCIÓN	LÍNEAS TRANSVERSALES	0+010	Descendente	1	1,8	8,8
		4+430	Ascendente	1	7,0	
LÍNEAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD	LÍNEAS TRANSVERSALES	1+050 a 1+250	Ambos	10	2,2	22,0
FLECHA SIMPLE RECTA	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	0+010	Ascendente	6	1,3	7,8
		0+040	Ascendente			
		0+120	Descendente			
		0+120	Descendente			
		4+410	Descendente			
		4+440	Descendente			
FLECHA SIMPLE CURVADA	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	0+010	Descendente	6	1,2	7,2
		0+040	Descendente			
		3+560	Ascendente			
		3+610	Ascendente			
		3+790	Descendente			
		3+850	Descendente			
FLECHA COMBINADA	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	0+130	Descendente	4	1,6	6,4
		0+160	Descendente			
		4+380	Ascendente			
		4+420	Ascendente			

8.4.3 Señales verticales

8.4.3.1 Señales reglamentarias

- PARE

Indica la obligación de detener totalmente la marcha antes de la encrucijada, sin invadir la senda peatonal y luego avanzar cuando no lo haga otro vehículo o peatón por la vía transversal. La detención es obligatoria, aunque nadie circule por la vía transversal.

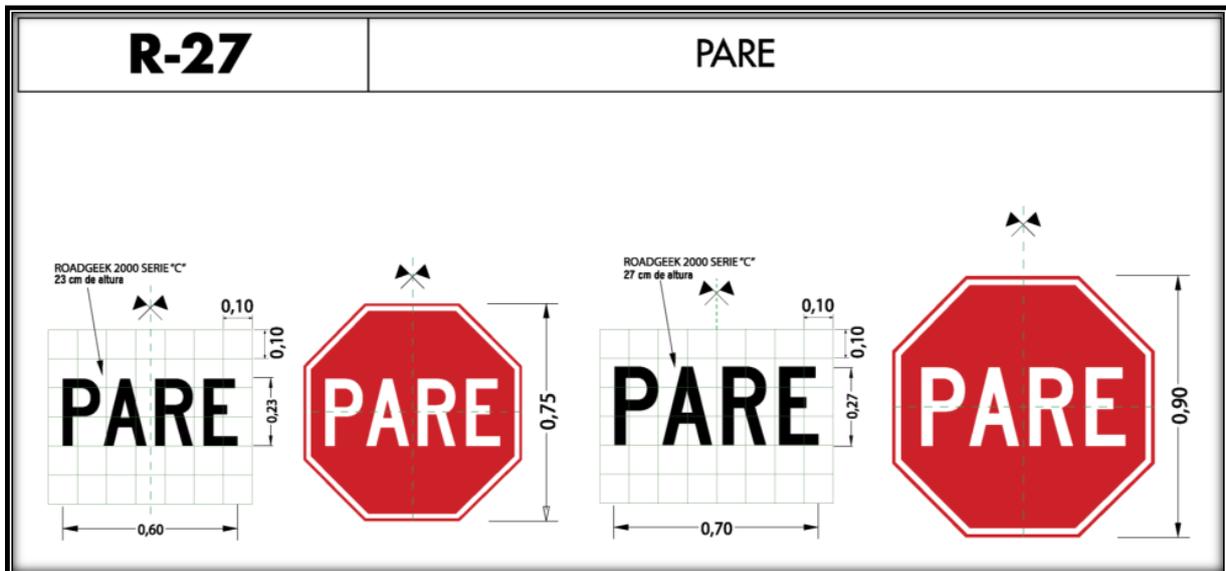


Figura 137. Señal de “PARE” (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

- LÍMITE DE VELOCIDAD MÁXIMA

Es el máximo de velocidad que se puede circular en el tramo señalizado.

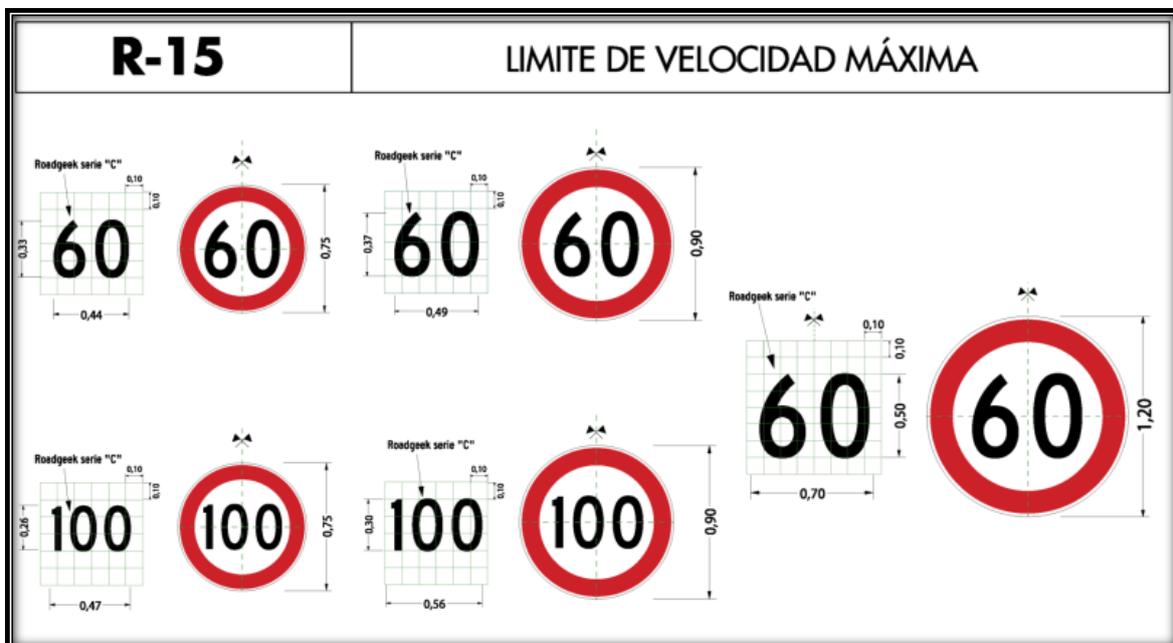


Figura 138. Señal de límite de velocidad (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ NO ADELANTAR

Se encuentra prohibido el sobrepaso.

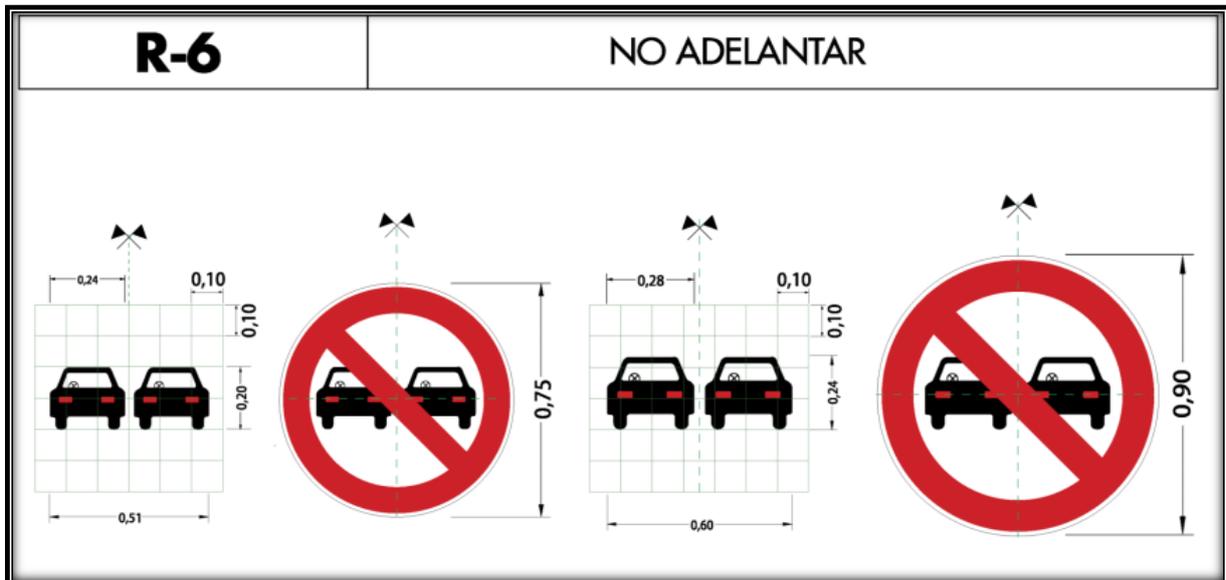


Figura 139. Señal de no adelantar (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ CRUCE DE PEATONES

Prioridad de un cruce peatonal.

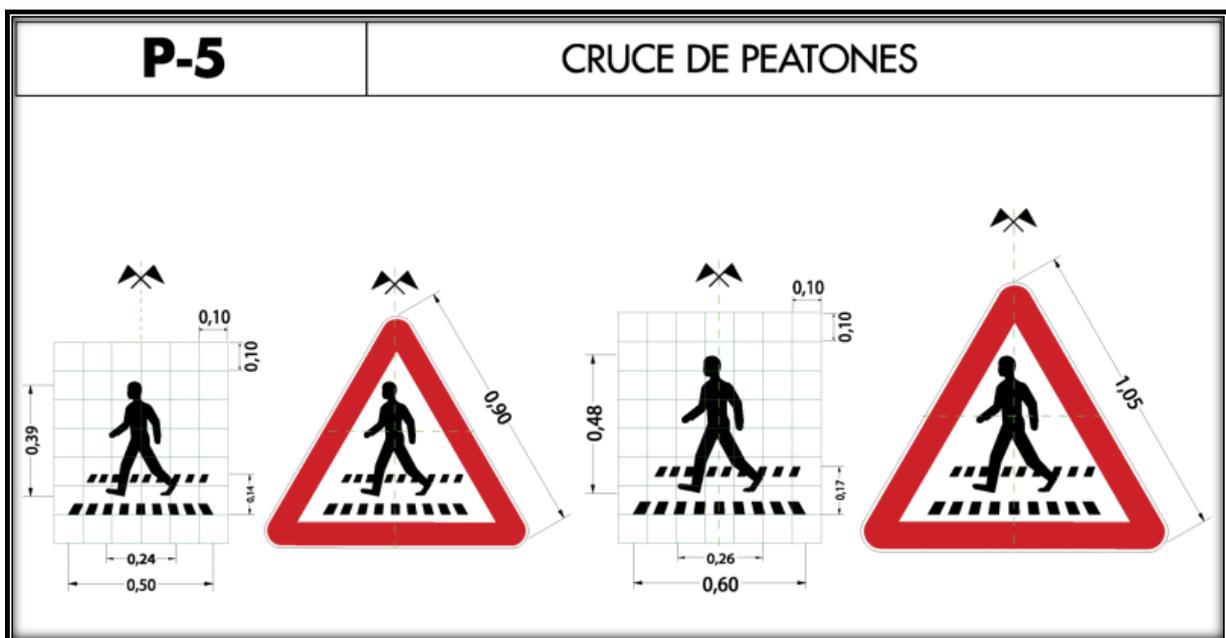


Figura 140. Señal de cruce de peatones (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ CEDA EL PASO

Se pierde la prioridad de paso que se tenía por regla general, no siendo necesario detener la marcha siempre que se asegure el paso prioritario del que cruza por la vía transversal.

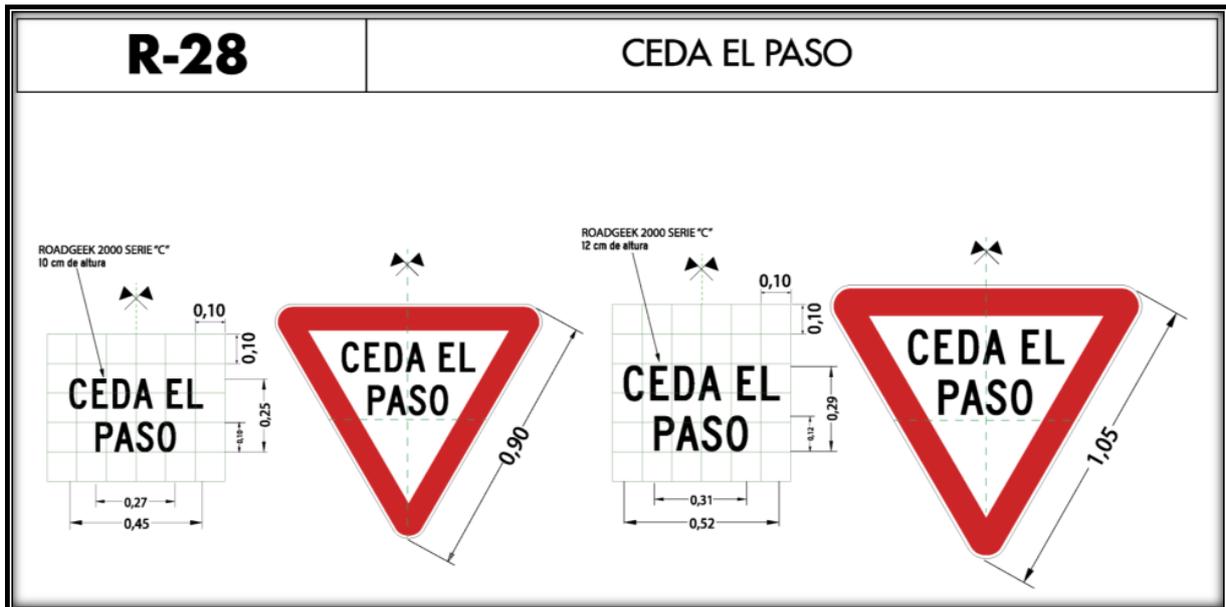


Figura 141. Señal de ceda el paso (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ CONTRAMANO

Indica la que la vía ante la cual se encuentra tiene sentido de circulación opuesto y por lo tanto no se puede ingresar.

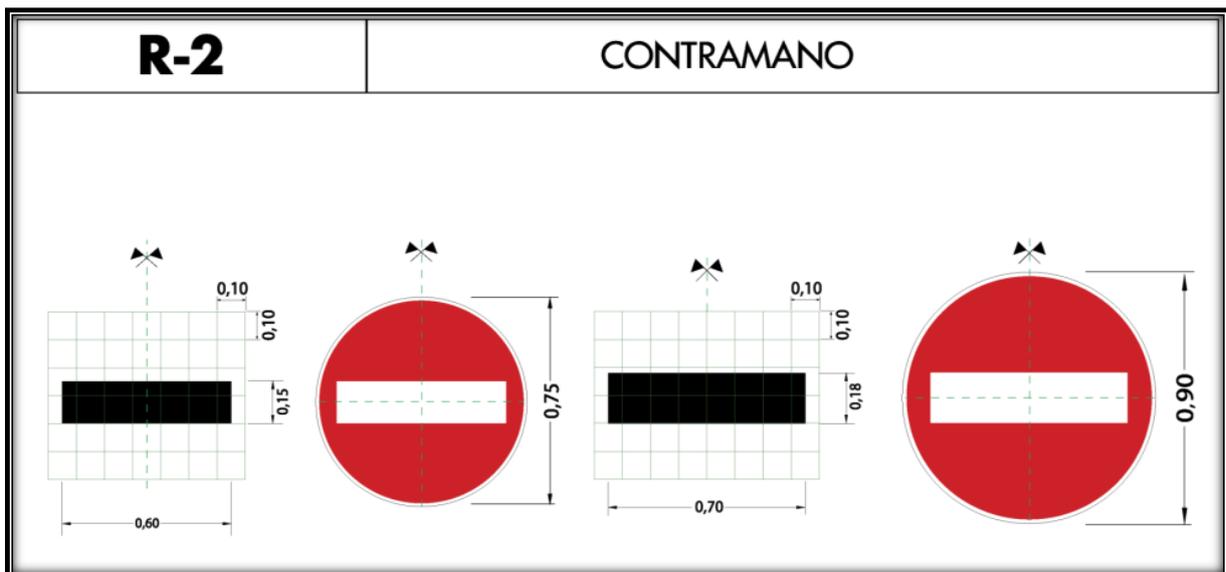


Figura 142. Señal de contramano (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

8.4.3.2 Señales preventivas

- ENCRUCIJADA (empalme en T)

De similar o distinta importancia, perpendicular, sucesivas o no, según sea el espesor, ángulo y ubicación de las transversales.

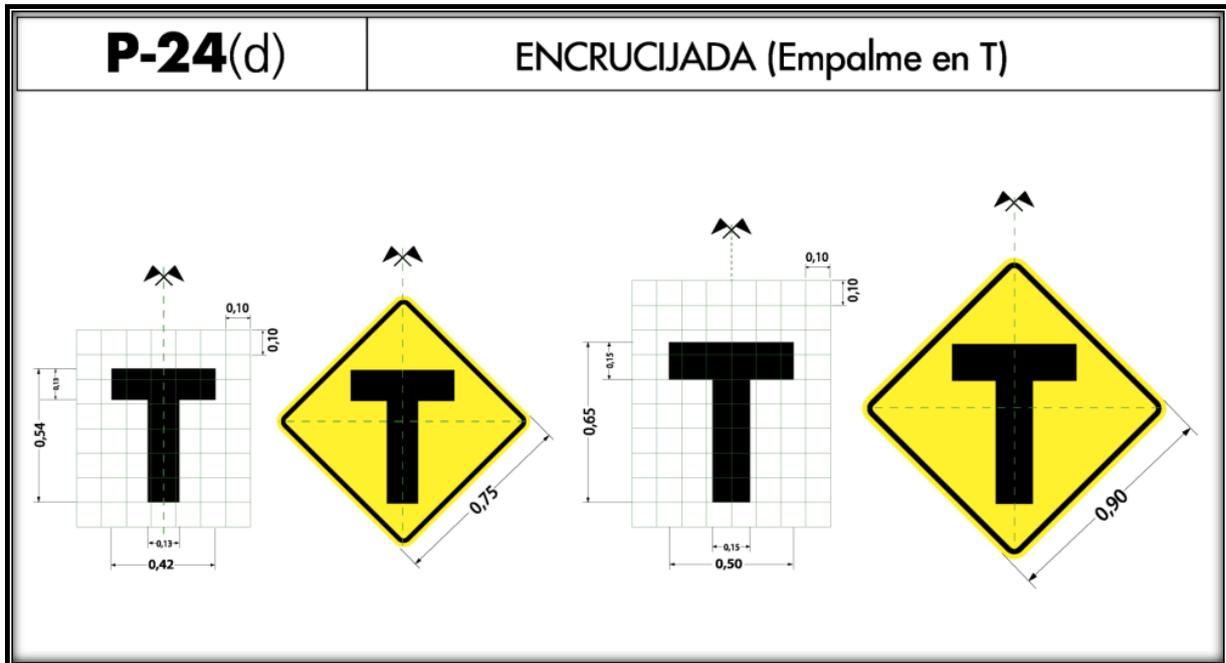


Figura 143. Señal de empalme en T (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

- PROXIMIDAD DE SEMÁFORO

Advierte la proximidad de una intersección semaforizada.

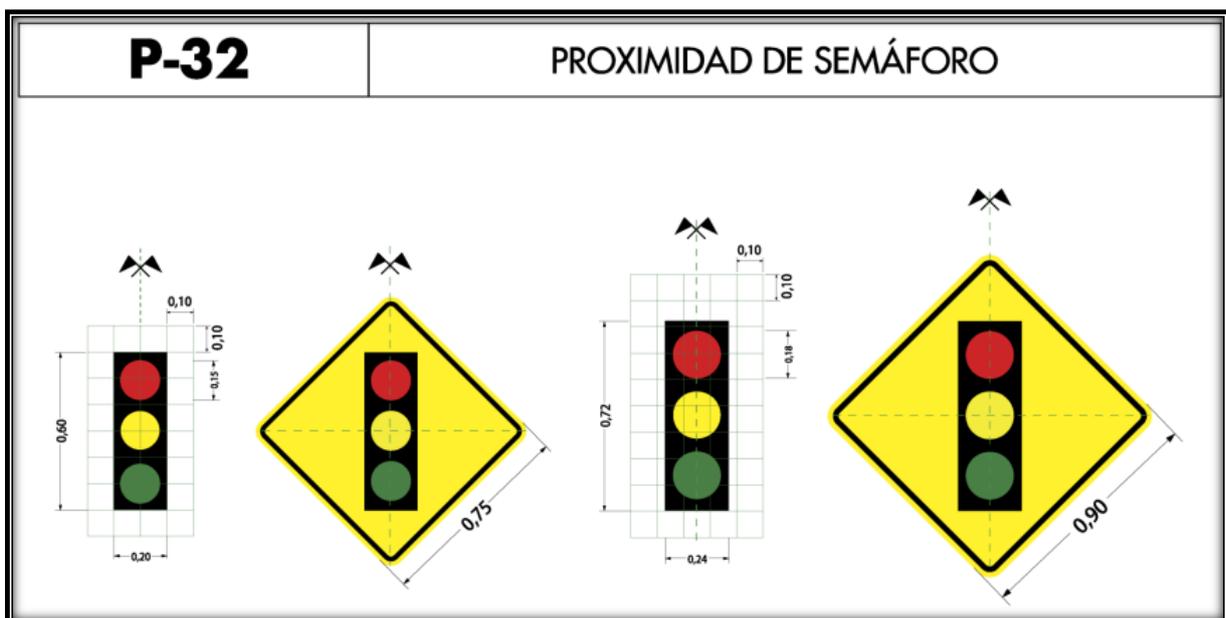


Figura 144. Señal de proximidad de semáforo (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ ESCOLARES

Indica que en la zona pueden aparecer imprevistamente escolares o niños, por la existencia de escuelas, campos de juego, etc.

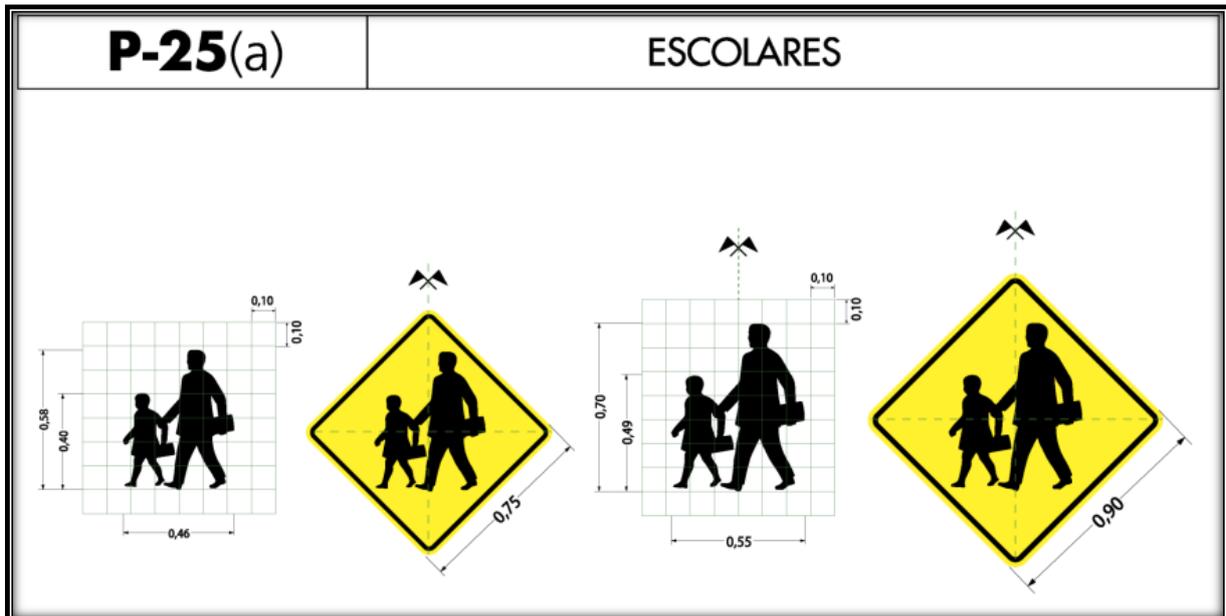


Figura 145. Señal de escolares (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ CURVA Y CONTRACURVA DERECHA

Advierte la posibilidad de un tramo con dos curvas en sentido contrario separadas por una tangente de longitud normal.

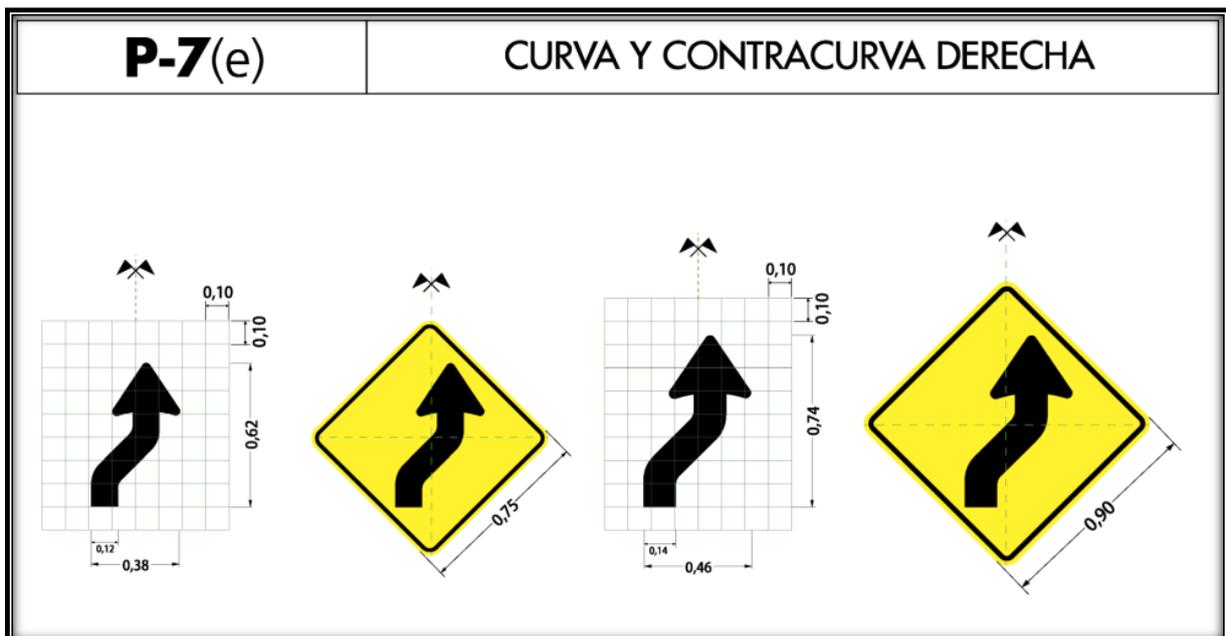


Figura 146. Señal de curva y contracurva (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ ENCRUCIJADA (empalme lateral)

De similar o distinta importancia, perpendicular, sucesivas o no, según sea el espesor, ángulo y ubicación de las transversales.

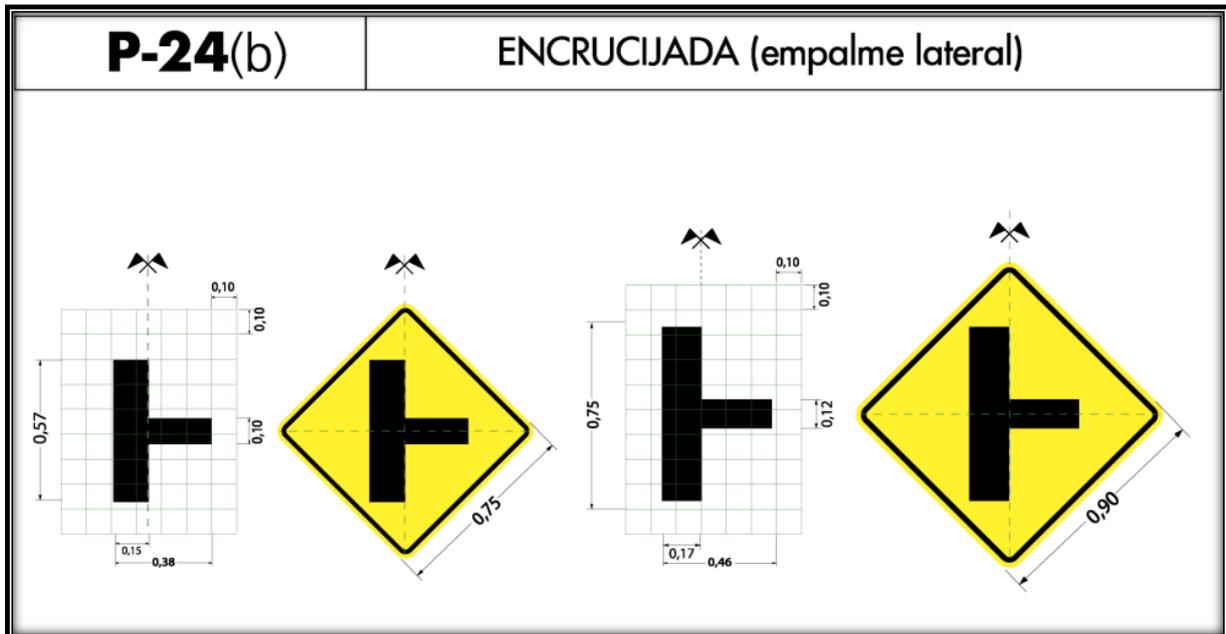


Figura 147. Señal de empalme lateral (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO LATERAL

Advierte la proximidad de una confluencia de izquierda o de derecha por donde se incorpora una corriente de tránsito en el mismo sentido.

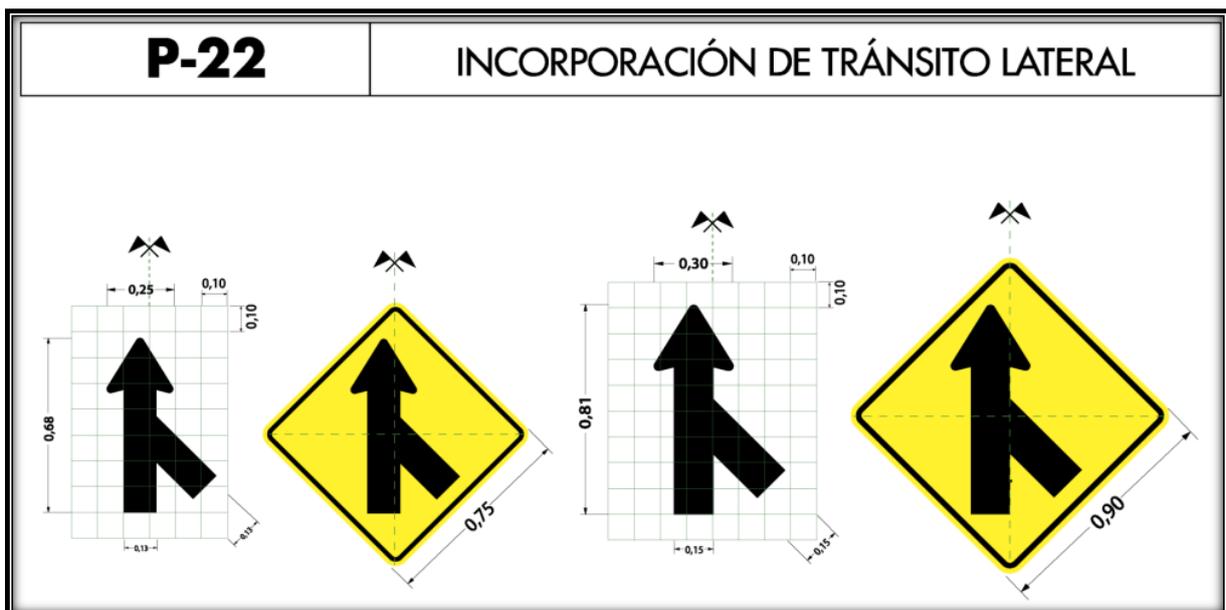


Figura 148. Señal de incorporación de tránsito lateral (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ CURVA MODERADA

Advierte la posibilidad de una curva moderada en la dirección de la flecha.

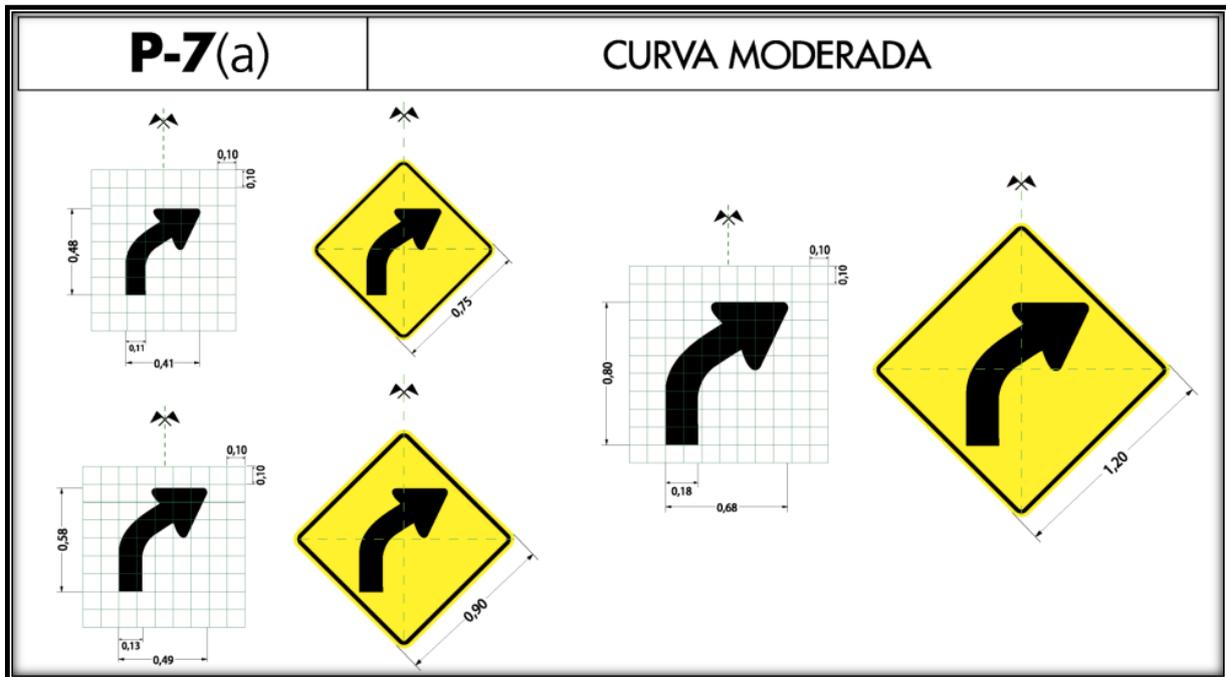


Figura 149. Señal de curva moderada (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

▪ PANELES DE PREVENCIÓN (curva chevrón simple)

Advierte la presencia de una curva que se considera de alto riesgo.

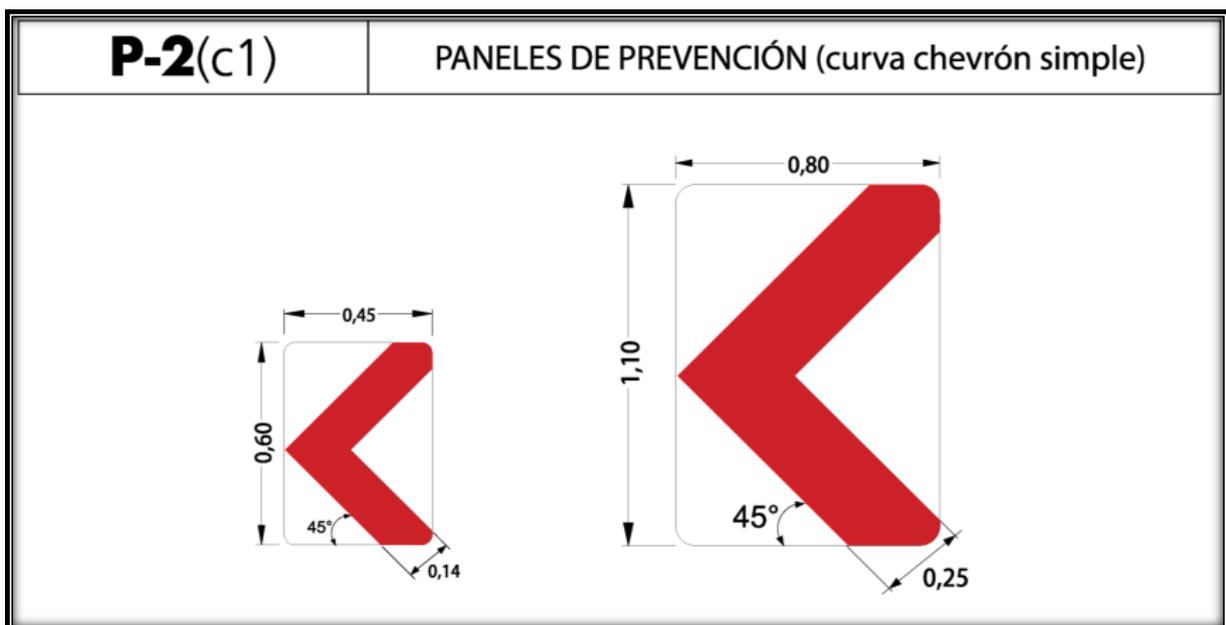


Figura 150. Señal de chevrón para curvas (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

8.4.3.3 Señales informativas

- ORIENTACIÓN DE DESTINO

Indica los sentidos de circulación para el viaje a diferentes destinos.



Figura 151. Señal de orientación de destino (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

- POLICÍA

Indica la existencia de control policial o de establecimiento oficial de seguridad.

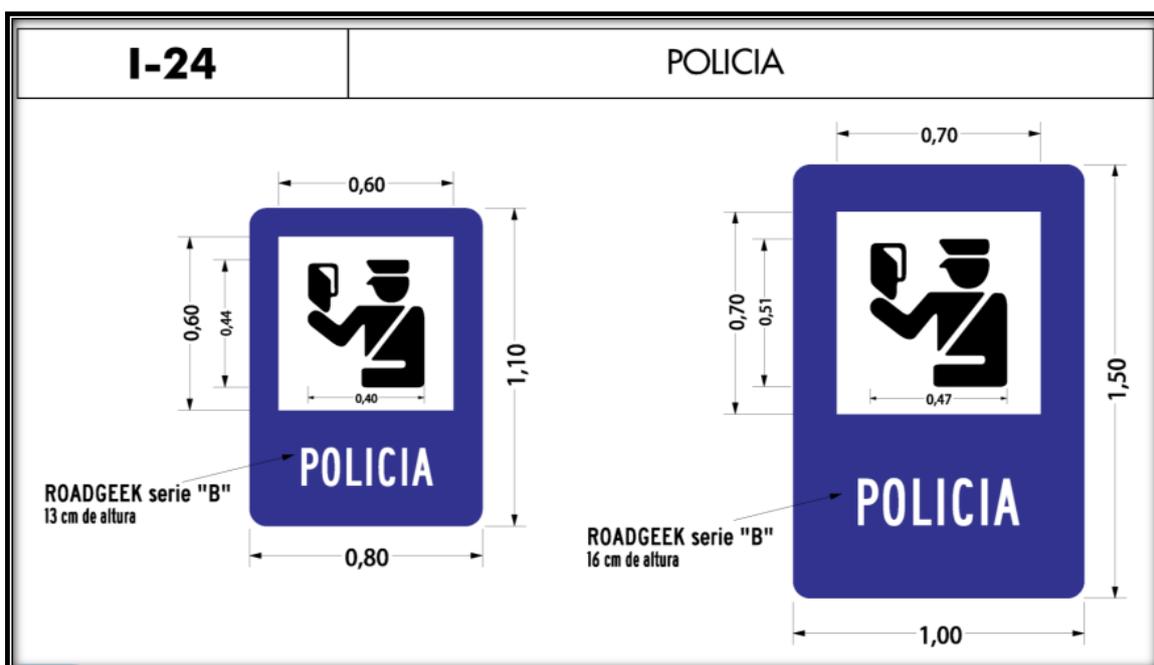


Figura 152. Señal de control policial (Fuente: Manuales de señalización vertical. DNV)

8.4.4 Señales horizontales

- LÍNEAS LONGITUDINALES

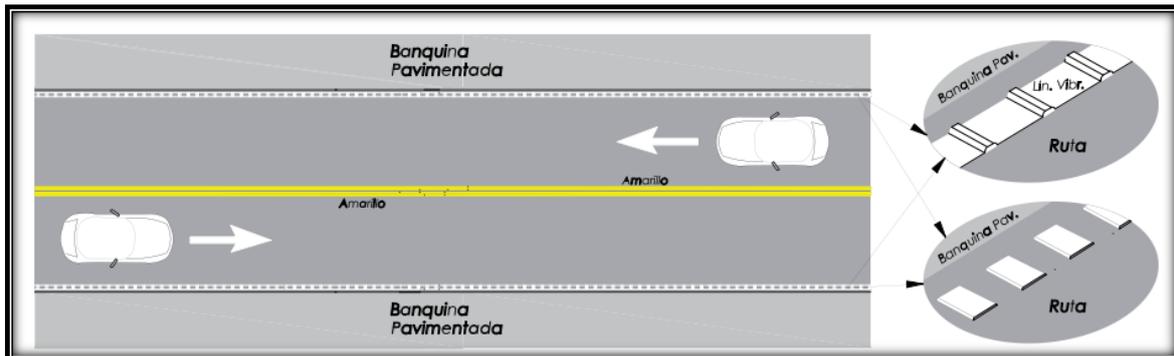


Figura 153. Líneas longitudinales (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

Tabla 68. Ancho de líneas longitudinales (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

ANCHO DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES		
ANCHO TOTAL DE CALZADA	BORDE	EJE
En carreteras de dos carriles indivisos		
< 4,80 m	No se marcan ^[7]	No se marca
≥ 4,80 m Y < 6,00 m	No se marcan	0,15 m ^[8]
≥ 6,00 m Y < 6,30 m	0,10 m	0,15 m ^[8]
≥ 6,30 m Y < 6,70 m	0,10 m	0,10 m ^[9]
≥ 6,70 m Y < 7,30 m	0,15 m	0,10 m ^[9]
≥ 7,30 m	0,15 m	0,15 m ^[10]
En carreteras multicarril		
ANCHO TOTAL DE CALZADA	BORDE	EJE
Indivisas	0,20 m ^[11]	0,15 m ^[12]
Semiautopista o Autovía	0,20 m ^[13]	0,15
Autopista	0,20 m ^[14]	0,15

- LÍNEAS TRANSVERSALES (sendas peatonales y líneas de detención)

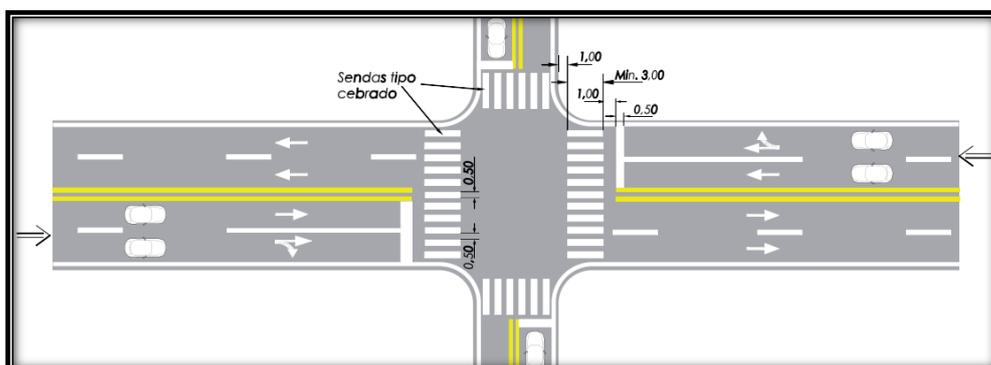


Figura 154. Líneas transversales (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

- LÍNEAS TRANSVERSALES (líneas de ceda el paso)

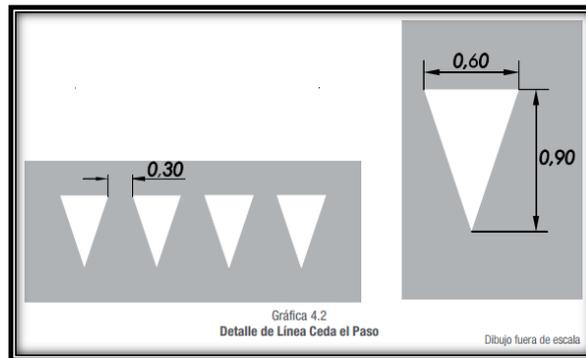


Figura 155. Detalle de línea de ceda el paso (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

- LÍNEAS TRANSVERSALES (líneas de reducción de velocidad)

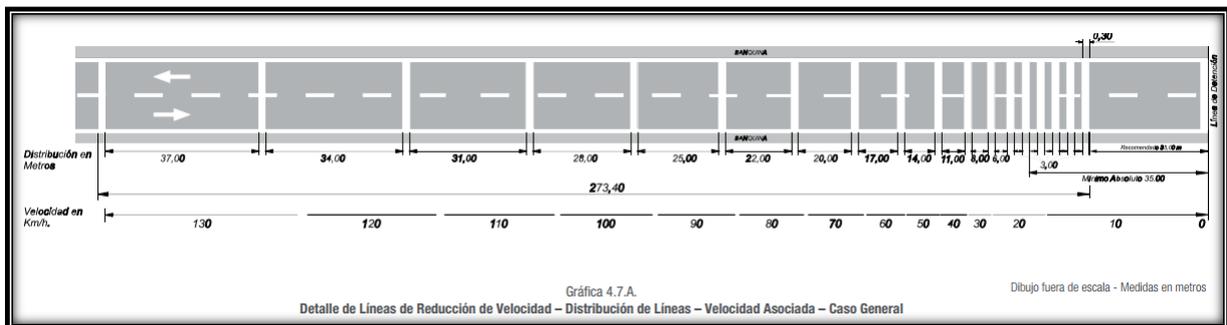


Figura 156. Líneas de reducción de velocidad (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

- FLECHAS SIMPLES RECTAS

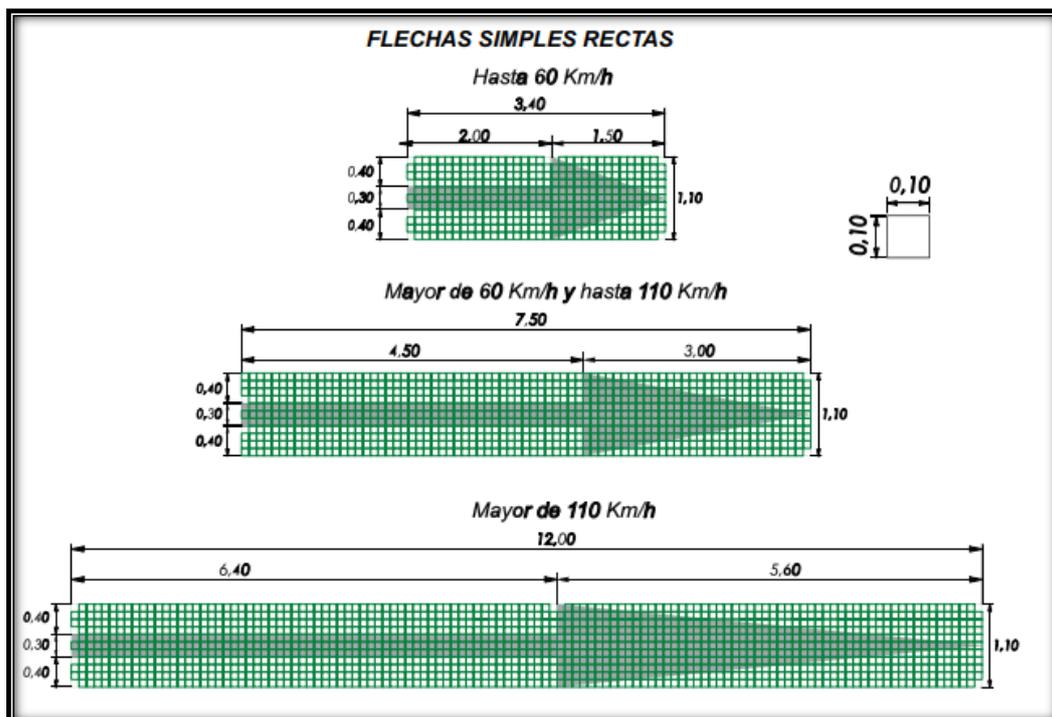


Figura 157. Flechas simples rectas (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

▪ FLECHAS SIMPLES CURVADAS

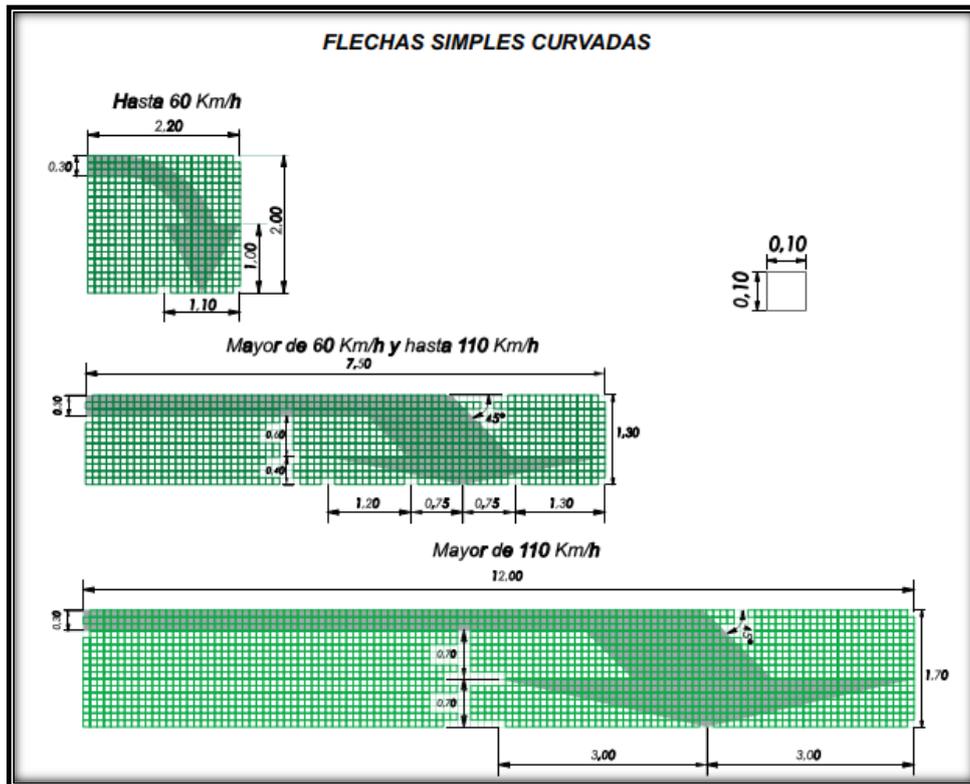


Figura 158. Flechas simples curvas (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

▪ FLECHAS COMBINADAS

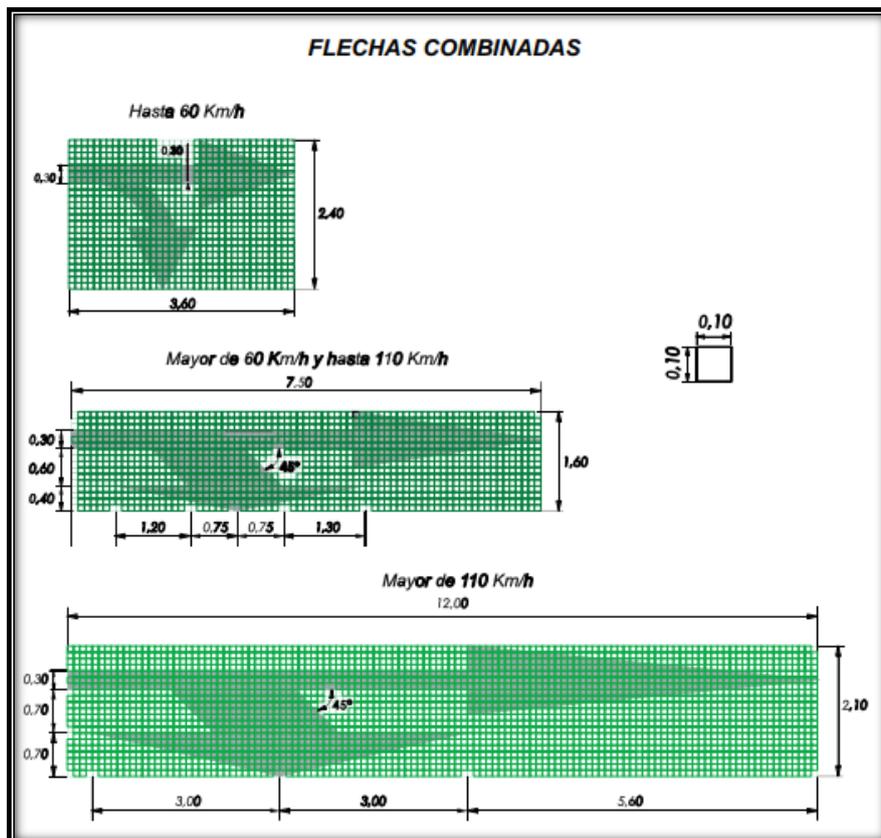


Figura 159. Flechas combinadas (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

▪ MARCA CANALIZADORA

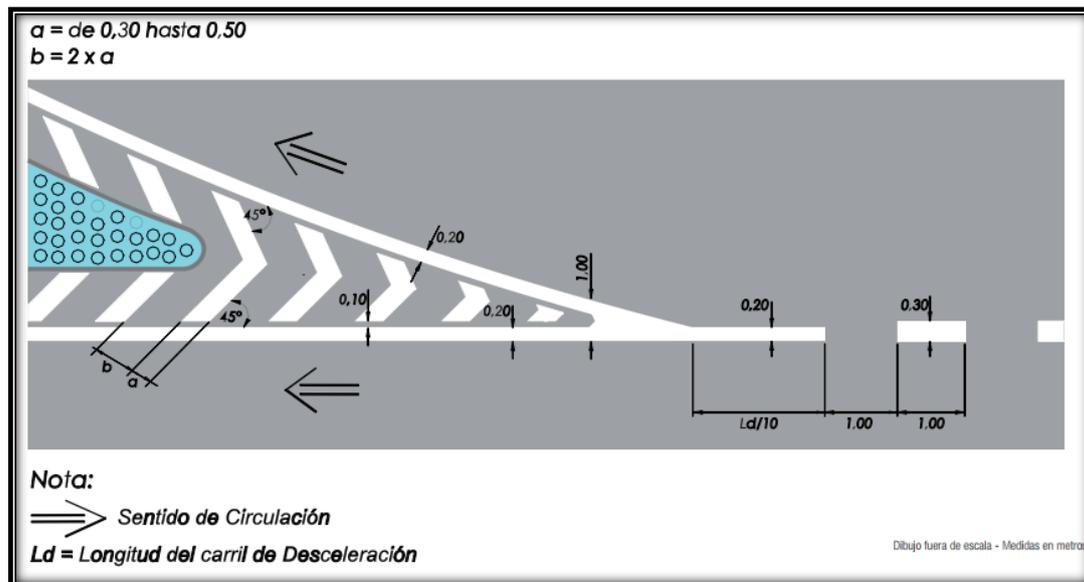


Figura 160. Marca canalizadora (Fuente: Manuales de señalización horizontal. DNV)

8.4.5 Semaforización

Considerando el comportamiento de la RP N°43 entre la intersección con la RN N°12 y la RP N°99, y realizando un análisis de las instalaciones que se encuentran aledañas a la misma se decide la colocación de semáforos en tres secciones del camino, con el fin de ordenar el tránsito y resguardar la integridad de los peatones y usuarios de la ruta.

8.4.5.1 Progresiva 1+150 m

Se trata del primer acceso al barrio “Laguna Soto”, circulando en sentido RN N°12 a Santa Ana, siendo este uno de los más poblados de la zona en estudio.



Figura 161. Intersección sobre RP N°43 en Prog 1+150 m (Fuente: Google Earth, 2022)

Se colocará un semáforo acompañado de su correspondiente señalización vertical y horizontal con el fin de ordenar el ingreso y egreso de los habitantes del barrio, y la circulación sobre el camino en análisis.

8.4.5.2 Progresiva 1+930 m

Se encuentra el segundo acceso al barrio Laguna Soto, circulando en sentido RN N°12 a Santa Ana.



Figura 162. Intersección sobre RP N°43 en Prog 1+930 m (Fuente: Google Earth, 2022)

Se colocará un semáforo acompañado de su correspondiente señalización vertical y horizontal con la misma finalidad ya mencionada para el semáforo de la progresiva 1+150 m.

8.4.5.3 Progresiva 2+620 m

En este punto se encuentra la escuela N°401 Manuel Lainez. Se trata de una escuela estatal, la cual brinda enseñanza de nivel primario.



Figura 163. Salida de escuela sobre RP N°43 en Prog 2+620 m (Fuente: Google Earth, 2022)

Se decide la colocación de un semáforo de características especiales el cual detendrá únicamente el tránsito sobre la RP N°43 en los horarios de ingreso y egreso a la escuela,

manteniéndose intermitente el resto del tiempo en el cual la circulación de los vehículos no signifique un riesgo para los peatones.

8.5 Diseño de la iluminación de los caminos en estudio

La iluminación es uno de los factores más importantes en cuanto a la seguridad de un camino. Esta permite una clara visibilidad para identificar los diferentes obstáculos que se puedan presentar en la vía durante las horas nocturnas.

El diseño se basa en seleccionar correctamente las luminarias y los sectores en los que se las requiera, con el fin de satisfacer las necesidades visuales.

Para el proyecto se adoptarán luminarias LED con el objetivo de reducir el consumo de energía y consecuentemente disponer un sistema lumínico más económico, conociendo las ventajas que involucra este tipo de tecnología.

Para el diseño de la iluminación de los caminos en estudio se seguirán los lineamientos impuestos por el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación de la DNV.

8.5.1 Cálculos

Las luminarias LED adoptadas para el proyecto poseen las siguientes características:

Tabla 69. Características de la luminaria adoptada (*Fuente: Elaboración propia*)

Fuente de luz	SMD led
Potencia	150 W
Eficiencia luminosa	120 lm/W
Voltaje de entrada	AC 110 V-265 V; 50 Hz/60 Hz
Protector de sobretensión	4.000 V
Flujo luminoso	18.000 lm (150 W)
Emisión de color	Blanco frío 6.000 K
Material	Inyección de aluminio de alta resistencia
Resistencia al agua	IP65
Vida útil	> 50.000 horas
Angulo del haz	120 grados
Temperatura de funcionamiento	-30°C a 60°C
Altura de la columna	12 m

El cálculo se realizará siguiendo el método de las luminarias propuesto por DNV, y de tal modo, obtener la distancia máxima de separación entre luminarias sucesivas.

8.5.1.1 Determinación del nivel de iluminancia media (E_m)

Este valor se determina utilizando las tablas del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación de la DNV.

Tabla 70. Clases de tránsito según DNV para definir luminarias (*Fuente: Manual de especificaciones técnicas particulares para iluminación de DNV*)

CLASE	Carácter del tránsito	Descripción	Ejemplos
A*	RÁPIDO V > 100 km/h	Calzadas de manos separadas, dos o más carriles por mano, libre de cruces a nivel, control de accesos y salidas	AUTOPISTAS
B*	km/h	Calzadas para tránsito rápido, importante, sin separadores de tránsito.	TRAMOS DE RUTAS NACIONALES, PROVINCIALES.
C**	SEMI-RÁPIDO V ≤ 60 km/h	Calzadas de una o dos direcciones de desplazamiento, con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	AVENIDAS PRINCIPALES VÍAS DE ENLACE SECTORES IMPORTANTES
D**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calzadas con desplazamiento lento y trabado; con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	ARTERIAS COMERCIALES, CENTROS DE COMPRA
E**	MODERADO V ≤ 50 km/h	Acumulan y conducen el tránsito desde un barrio hacia vías de tránsito de orden superior, (clases A, B, C, D).	AVENIDAS SECUNDARIAS, CALLES COLECTORAS DE TRÁNSITO
F**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calles residenciales de una o dos manos; con tránsito exclusivamente local. Presencia de peatones y obstáculos.	CALLES RESIDENCIALES
* Sin presencia de peatones			
** Con presencia de peatones			

Se decide adoptar una calzada clase B*, teniendo presente que el comportamiento del tránsito en el primer tramo de la RP N°43 es semi urbano, lo cual se contemplará en los apartados siguientes a la hora de elegir los emplazamientos de las luminarias.

Tabla 71. Valores mínimos admitidos para cada tipo de tránsito (*Fuente: Manual de especificaciones técnicas particulares para iluminación de DNV*)

Clase	Valores mínimos admitidos			TI (%)	G
	Luminancias promedio	Uniformidades			
	Nivel Inicial L _{med} (cd/m ²)	U _o 1) L _{min} /L _{med}	U _l L _{c min} /L _{c max}		
A	2.7	0.4	0.7	≤ 10	≥ 6
B1	2	0.4	0.6	≤ 20	≥ 5
B2	1.3	0.4	0.6	≤ 15	≥ 6
C*	2.7	0.4	0.6	≤ 15	≥ 6
1) En el caso de calzadas de cinco carriles en un mismo sentido de circulación, se					
B1 Ruta de clase B con entornos iluminados					
B2 ruta de clase B con entornos no iluminados					
U _l corresponde a los valores de uniformidad longitudinal de cada carril.					
U _o corresponde a los valores de uniformidad general.					
TI Incremento del umbral de percepción.					
* En el caso de utilizar el método de luminancias para clase C.					

El nivel de luminancia media mínima (E_m) para una calzada clase B* es igual a 1,3 cd/m².

8.5.1.2 Disposición de las luminarias

Se adopta una disposición bilateral, con las siguientes características:

Ancho de calzada (A): 7,30 m

Altura de la columna de luz (H): 12 m

Separación adoptada (D): 30 m

8.5.1.3 Determinación del factor de mantenimiento o conservación (F_m)

Este factor se obtiene del apartado 2.2 – C del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación de la DNV, especificando el uso de un $F_m = 0,85$.

8.5.1.4 Cálculo del factor de utilización (η)

Es una medida del rendimiento del conjunto lámpara/luminaria y se define como el cociente entre el flujo útil, el que llega a la calzada y el emitido por la lámpara.

Para una simplificación del cálculo se adopta un valor de 70% el cual cumple con todas las existencias impuestas por el pliego.

8.5.1.5 Verificación

Se calcula el nivel de iluminación media para las dimensiones adoptadas y la luminaria propuesta:

$$E_m = \frac{\Phi l \times F_m \times \eta}{S} = \frac{18.000 \text{ lm} \times 0,70 \times 0,85}{7,30 \text{ m} \times 30 \text{ m}} = 48,90 \text{ Lux} > 1,30 \text{ Lux}$$

- Φl : Flujo luminoso de la lámpara en lm
- F_m : Factor de mantenimiento o conservación
- η : Factor de utilización
- S: Superficie a iluminar de la calzada (m²)

Luego, se verifica la separación (D) adoptada:

$$D \text{ (m)} = \frac{\Phi l \times F_m \times \eta}{E_m \times A} = \frac{18.000 \text{ lm} \times 0,70 \times 0,85}{1,30 \text{ lm} \times 7,30 \text{ m}} = 1.128 \text{ m} > 30 \text{ m}$$

8.5.1.6 Alumbrado adoptado

- Luminaria 150 W – 120 lm/W
- Disposición bilateral
- Separación (D) de 30 metros

Altura de la columna de 12 metros

8.5.2 Criterios de diseño

Se realizará un análisis sobre la necesidad de iluminación para cada ruta, dependiendo del comportamiento y el volumen del tránsito, de manera de no adoptar un número excesivo de luminarias, pero si lograr cubrir las necesidades mínimas para una adecuada seguridad para los usuarios.

8.5.2.1 RP N°43

Al igual que para el diseño de la señalización, se divide en dos tramos en función del comportamiento del tránsito en cada uno de estos.

Entre la intersección de la RP N°43 con la RN N°12 hasta la intersección de la RP N°43 con la RP N°99, considerando el comportamiento semiurbano del tránsito se decide respetar la distancia mínima entre luminarias calculadas anteriormente de 30 metros, a lo largo de toda la longitud del mismo, aproximadamente corresponde a unos 2.800 metros.



Figura 164. Primer tramo con comportamiento urbano (Fuente: Google Earth, 2022)

Otro factor importante que lleva a esta decisión es la existencia de un gran número de refugios peatonales, cruces semaforizados y locales comerciales, donde podría existir una gran interacción entre conductores y peatones, por lo que durante la noche es necesario que los conductores puedan distinguir fácilmente la presencia de peatones a la vera de la ruta.

Luego en el segundo tramo, se observa un comportamiento del tránsito más similar al de un camino rural.

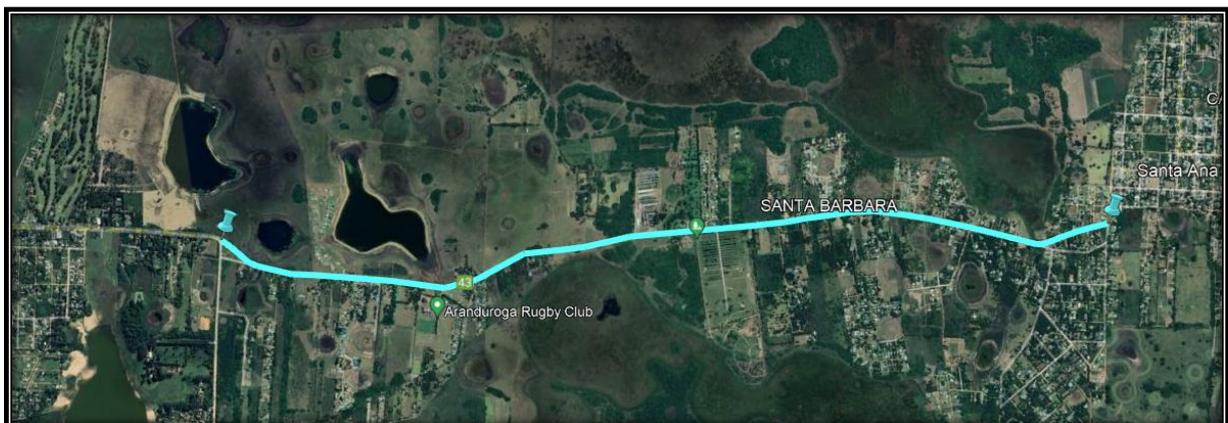


Figura 165. Segundo tramo con comportamiento rural (Fuente: Google Earth, 2022)

Se decide ubicar las luminarias solo en los ingresos laterales del camino donde pueda darse un gran número de maniobras de giro. Estos ingresos son:

- Ingreso al barrio “Che gente cuera” en la progresiva 3+300 m, donde no existe iluminación alguna y se encuentra entre dos curvas;



Figura 166. Ingreso al barrio “Che gente cuera” (Fuente: Elaboración propia)

- Ingreso al barrio “Don Manuel” en la progresiva 3+800 m, donde enfrente también se ubica el barrio “Los Azahares”, el ingreso a estos ya cuenta con iluminación instalada por lo propietarios del mismo, pero es muy escasa;



Figura 167. Ingreso al barrio “Don Manuel” (Fuente: Elaboración propia)



Figura 168. Ingreso al barrio “Los Azahares” (*Fuente: Elaboración propia*)

- Ingreso al club “Aranduroga” en la progresiva 4+300 m, el ingreso a este ya cuenta con iluminación instalada por lo propietarios del mismo, pero es muy escasa;



Figura 169. Ingreso al club “Aranduroga” (*Fuente: Elaboración propia*)

- Ingreso a la avícola “Santa Ana” en la progresiva 5+900 m, donde se da un gran movimiento de vehículos pesados;



Figura 170. Ingreso a la avícola “Santa Ana” (Fuente: *Elaboración propia*)

- Ingreso al cementerio “Parque del recuerdo” en la progresiva 6+200 m, se trata de un lugar de suma importancia debido a que, además de existir un gran número de vehículos que realiza maniobras de giro, también se ubican refugios peatonales ya que una de las líneas de colectivo termina su recorrido en esa sección, por lo tanto, existirá una gran interacción entre conductores y peatones;



Figura 171. Ingreso al cementerio “Parque del recuerdo” (Fuente: *Elaboración propia*)

Además de todos estos ingresos mencionados, iluminará la curva ubicada en la progresiva 5+050 m, debido a que la misma cuenta con muy poca visibilidad al llegar a la misma por la excesiva vegetación.



Figura 172. Curva ubicada en la progresiva 5+050 m (Fuente: Google Earth, 2022)

Desde la progresiva 7+200 m ya puede verse la existencia de luminarias ubicadas de manera continua hasta el final de la RP N°43, por lo tanto, en esta sección no se realizarán modificaciones.

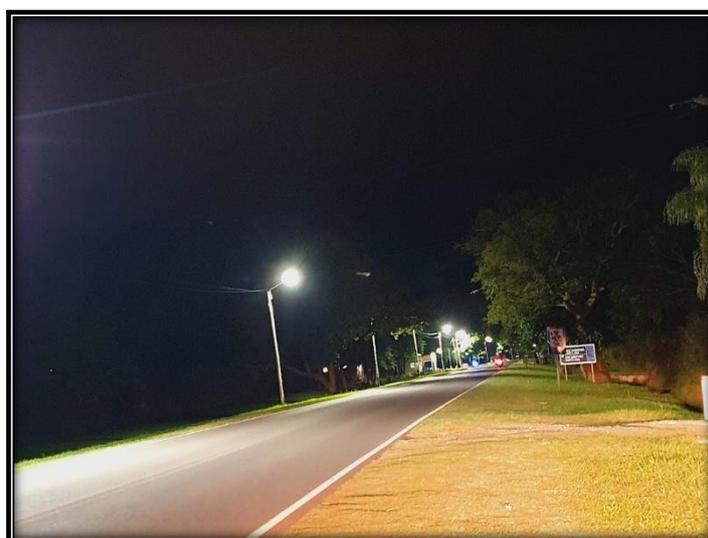


Figura 173. Fotografía tomada llegando a la progresiva del control policial (Fuente: Elaboración propia)



Figura 174. Fotografía tomada de las luminarias ubicadas en las últimas progresivas del camino (Fuente: Elaboración propia)

8.5.2.2 RP N°99

En esta ruta no se distinguen peatones que circulen cerca del camino, ni ingresos laterales con un gran número de vehículos que realicen maniobras de giros. Por lo tanto, se decide ubicar las luminarias en los puntos más importantes que se puede observar:

- La intersección entre la RP N°43 y la RP N°99, donde se ubica la progresiva 0+000 m de la misma, con el fin de mejorar la visibilidad por el gran número de maniobras que podrían realizar los conductores para pasar de un camino al otro;



Figura 175. Toma aérea de la intersección entre RP N°99 y RP N°43 (*Fuente: Google Earth, 2022*)

- En la progresiva 1+150 m, se encuentra una estación policial, siendo necesaria una buena iluminación ya que podrían darse maniobras de detención sobre la banquina solicitadas por los oficiales, que deben distinguirse sin problemas por parte de los demás conductores;



Figura 176. Fotografía tomada de la estación policial mencionada (*Fuente: Elaboración propia*)

- En la progresiva 3+700 m, donde la RP N°99 se intercepta con la Av. Raúl Alfonsín, es necesario la ubicación de luminarias para distinguir los vehículos que se dirijan desde la Av. Raúl Alfonsín para acceder a la RP N°99, ya que el mismo es un camino de tierra sin mantenimiento y sin iluminación, y podría ser un sitio donde se generen siniestros viales, tanto, entre vehículos como entre peatones y vehículos;



Figura 177. Fotografía tomada de la intersección entre RP N°99 y Av. Raúl Alfonsín vista sobre la RP N°99 (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 178. Fotografía tomada de la intersección entre RP N°99 y Av. Raúl Alfonsín vista sobre la Av. Raúl Alfonsín (*Fuente: Elaboración propia*)

- Al igual que en la intersección con la RP N°43, también es necesario una buena iluminación en la intersección con la RP N°5, para que los conductores puedan ejecutar todas las maniobras necesarias con seguridad y buena visibilidad.



Figura 179. Toma aérea de la intersección entre RP N°99 y RP N°5 (Fuente: Google Earth, 2022)

Finalmente se presenta una vista de la planimetría de la RP N°99 indicando la progresiva donde se encuentra cada uno de los lugares antes mencionados:

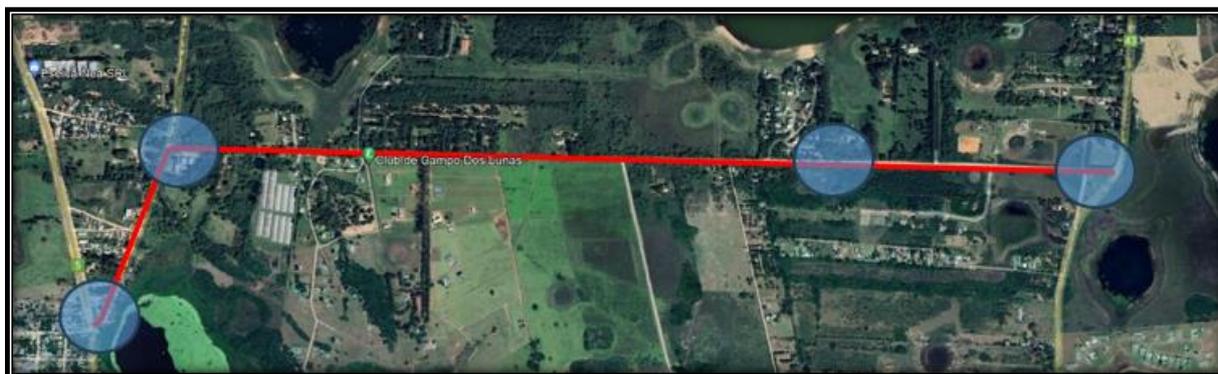


Figura 180. Toma aérea de la traza de la RP N°99 con las zonas que se plantean iluminar en el presente proyecto (Fuente: Elaboración propia)

9. Cómputo y presupuesto

En este capítulo se realizará el cómputo de los ítems que intervienen en el proyecto con el fin de poder presupuestar el mismo, facilitando la toma de decisiones y el control a la hora de materializar el proyecto.

El mismo se realiza mediante la metodología de precios unitarios, la cual consiste en desglosar todos los rubros de la obra en ítems y se efectuó un análisis de precios teniendo en cuenta la maquinaria necesaria, la mano de obra y los materiales a ser empleados.

En primera medida se obtuvieron el costo – costo, el cual incluye la mano de obra, los materiales y los equipos. Posteriormente, se determinaron los precios de la obra incluyendo los gastos generales y los impuestos necesarios para la ejecución del proyecto.

El precio de la obra se obtiene con valores monetarios actualizados a junio de 2023 y se convirtieron el mismo a dólares estadounidenses mediante la cotización de la moneda a la misma fecha analizada, tomando un valor de 252,50 U\$S.

Esto se realiza con el fin de poder tener una base mediante la cual comparar el precio del proyecto en momentos futuros, considerando el fenómeno inflacionario por el cual atraviesa el país.

9.1 Costo de la mano de obra

El costo de la mano de obra se determinará mediante los valores mínimos establecidos por las paritarias de la UOCRA del mes de junio de 2023 para zona A.

Los salarios mínimos establecidos para cada categoría son:

Tabla 72. Valores mínimos establecidos por las paritarias de la UOCRA para determinar el costo de la mano de obra (*Fuente: UOCRA*)

MES	CATEGORÍA	SALARIO BÁSICO
junio/2023	Oficial Especializado	\$1.052,00
	Oficial	\$897,00
	Medio oficial	\$827,00
	Ayudante	\$759,00
	Sereno (mensual)	\$137.720,00

En los anexos del correspondiente capítulo se encuentra detallado el procedimiento de cálculo para obtener el costo de la mano de obra.

9.2 Rendimiento de la maquinaria y mano de obra

En el análisis se consideraron valores diferentes de rendimientos de maquinaria y mano de obra para la RP N°43 y la RP N°99, esto se debe a la forma en la que se prevé que se ejecutará el proyecto.

La RP N°43 es un camino en pleno funcionamiento y que comunica directamente con Santa Ana, tratándose de una ruta en la cual el tránsito no puede ser interrumpido de forma completa, por lo que los rendimientos adoptados serán menores debido a las condiciones en las que deberán ejecutarse las tareas.

En cuanto a la RP N°99, se adoptaron mayores rendimientos ya que es un camino de tierra, en el cual los vehículos circulan a menores velocidades y el tránsito principal actual se compone únicamente de aquellas personas que poseen propiedades en los barrios situados sobre la misma, lo que lleva a que los obreros y los equipos trabajen de una forma más eficiente y con mayores espacios de movilidad y maniobrabilidad.

9.3 Ítems

A continuación, se presentan los ítems analizados en el proyecto, con sus correspondientes costos unitarios, costos totales e incidencias.

En los anexos del correspondiente capítulo se detalla el análisis de precio de cada uno de ellos (*Anexo 12.6*).

Tabla 73. Presupuesto del proyecto (*Fuente: Elaboración propia*)

N° ÍTEMS	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	PRECIO COTIZADO EN PESOS (\$)	PRECIO COTIZADO EN DOLARES (U\$D)	INCIDENCIA
RUTA PROVINCIAL N°43				
1	MOVIMIENTO DE SUELOS DE RP N°43	\$ 96.895.756,07	USD 383.745,57	3,62%
2	OBRAS DE ARTE DE RP N°43	\$ 20.116.349,34	USD 79.668,71	0,75%
3	PAQUETE ESTRUCTURAL DE RP N°43	\$ 1.740.008.262,72	USD 6.891.121,83	65,01%
4	RETIROS Y DEMOLICIONES DE RP N°43	\$ 1.410.628,75	USD 5.586,65	0,05%
5	SEÑALIZACIÓN DE RP N°43	\$ 97.555.838,73	USD 386.359,76	3,64%
6	ILUMINACIÓN DE RP N°43	\$ 193.303.611,41	USD 765.558,86	7,22%
7	VARIOS	\$ 11.855.390,49	USD 46.952,04	0,44%
RUTA PROVINCIAL N°99				
8	MOVIMIENTO DE SUELOS DE RP N°99	\$ 62.186.187,96	USD 246.281,93	2,32%
9	OBRAS DE ARTE DE RP N°99	\$ 5.033.621,36	USD 19.935,13	0,19%
10	PAQUETE ESTRUCTURAL DE RP N°99	\$ 314.889.382,86	USD 1.247.086,66	11,76%
11	RETIROS Y DEMOLICIONES DE RP N°99	\$ 268.451,20	USD 1.063,17	0,01%
12	SEÑALIZACIÓN DE RP N°99	\$ 47.080.741,97	USD 186.458,38	1,76%
13	ILUMINACIÓN DE RP N°99	\$ 33.511.831,62	USD 132.720,13	1,25%
GLOBAL				
14	MOVILIZACIÓN DE OBRA	\$ 52.482.321,09	USD 207.850,78	1,96%
		\$ 2.676.598.375,55	USD 10.600.389,61	100,00%

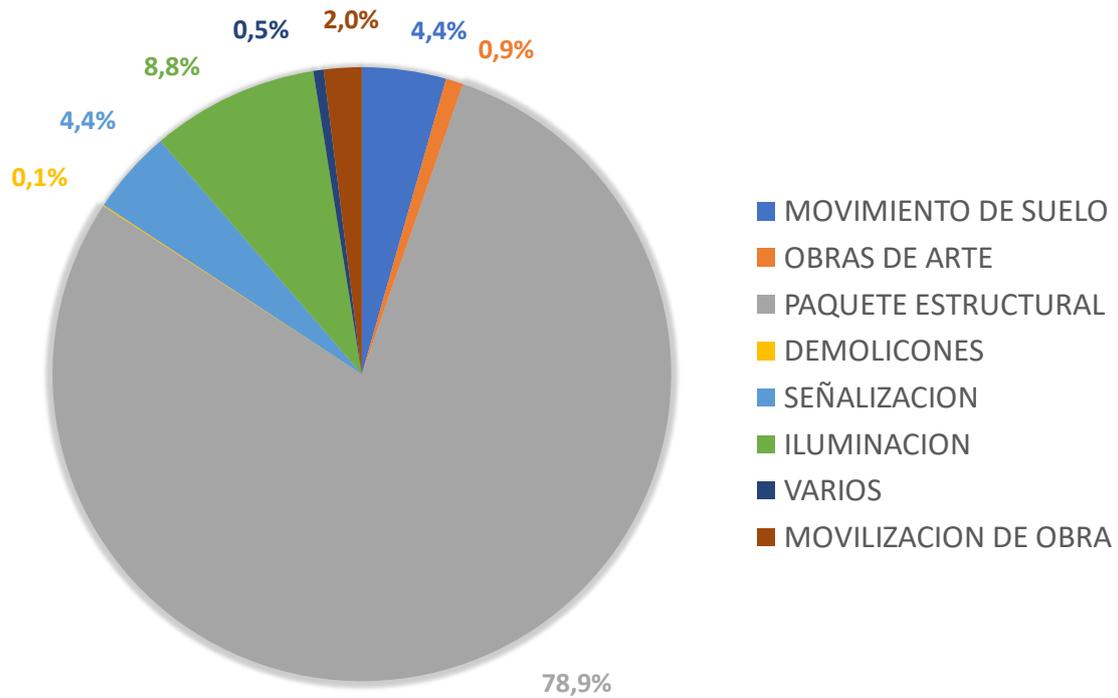


Figura 181. Incidencias de los ítems en RP N°43 (Fuente: Elaboración propia)

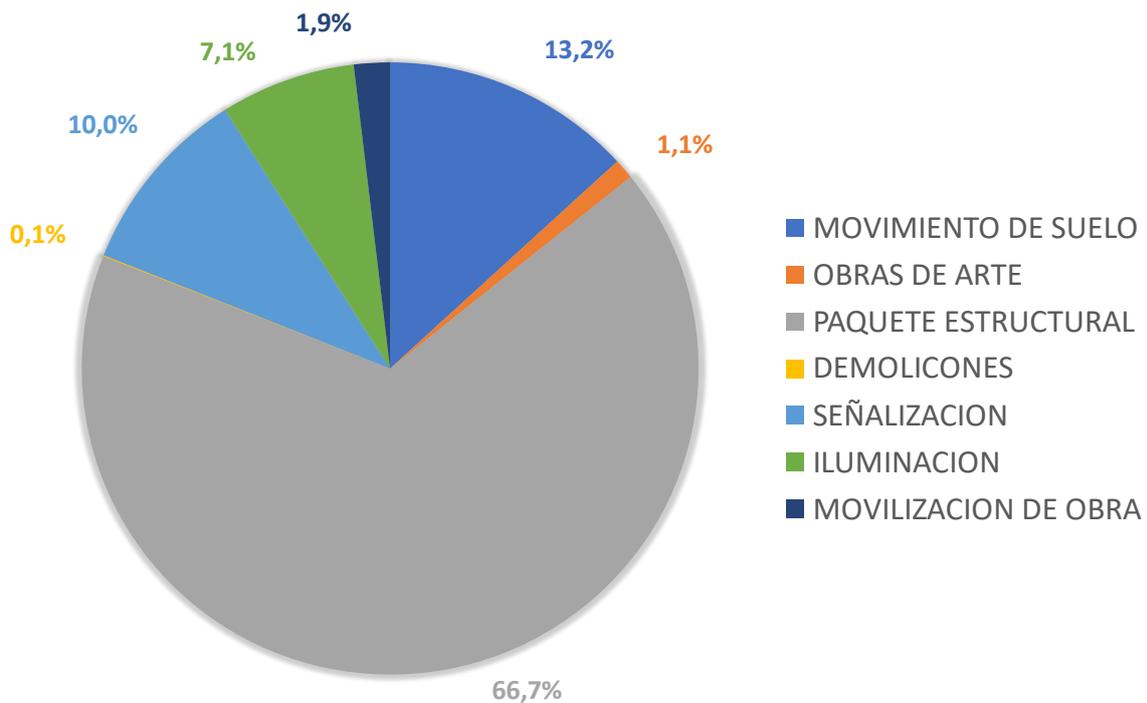


Figura 182. Incidencias de los ítems en RP N°99 (Fuente: Elaboración propia)

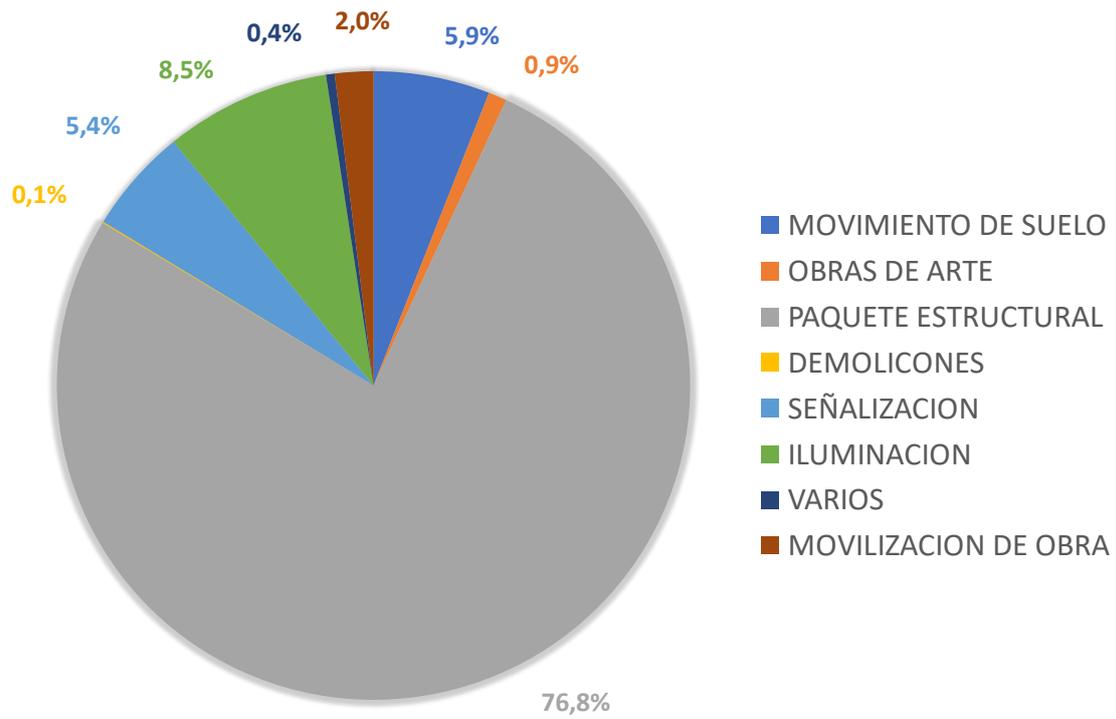


Figura 183. Incidencias de los ítems del proyecto total (Fuente: Elaboración propia)

10. Recomendaciones

En este apartado se mencionarán las recomendaciones acerca de todos los temas en los que se considera necesario un análisis y estudio más profundo de ciertos aspectos o variables que intervienen con el fin de perfeccionar el proyecto propuesto.

10.1 Demografía y uso del suelo

Sería acertado realizar un estudio demográfico más profundo en la zona analizada, con el fin de obtener mayor precisión en el uso futuro del suelo debido a la tendencia que existe de emplazar barrios privados en la zona, modificando el comportamiento hidrológico.

10.2 Estudio de suelo

Podrían realizarse extracciones de muestras en mayor cantidad y abarcando toda la zona de influencia del proyecto, de manera de lograr obtener con más exactitud el tipo de suelo con el que se cuenta para cada una de las vías.

10.3 Capacidad de almacenamiento de las lagunas y esteros

Mediante estudios topográficos y batimétricos, se podría obtener un valor más exacto del almacenamiento de cada uno de los cuerpos de agua y esteros que fueron analizados en los subsistemas hidrológicos, y de este modo lograr una mayor precisión en los resultados obtenidos en el proyecto.

10.4 Verificación de valores de caudales obtenidos

Se podría realizar tareas de aforo en las alcantarillas existentes en las épocas de lluvia con el fin de comparar los valores de caudales calculados con los valores aforados, permitiendo realizar una verificación de los parámetros utilizados para el cálculo de los mismos.

10.5 Influencia del entorno del proyecto

Se recomienda realizar un análisis más global del proyecto, teniendo en cuenta que en la RN N°12 y la RP N°5 se están realizando hoy en día obras de duplicación de calzada, las cuales incluyen intersecciones a alto nivel y construcciones de terraplenes.

Estas obras podrían afectar directamente a las rutas analizadas en aspectos tales como tránsito, población, topografía, comportamiento hidrológico, etc.

10.6 Diseño de la calzada de la RP N°99

En el análisis realizado se determina que la calzada de la RP N°99 se materializará con hormigón, debido a cuestiones económicas y a las facilidades constructivas que esto conlleva.

Sin embargo, se propone realizar un profundo estudio económico, comparando esta alternativa con la de materializar una carpeta de rodamiento de asfalto con el fin de determinar la solución más adecuada.

La evaluación debería realizarse teniendo en cuenta que la calzada de la RP N°43 cuenta con una calzada de asfalto, lo cual implicaría tener toda la maquinaria cerca a disposición para la materialización de la RP N°99.

10.7 Intersección de la RP N°99 y la Av. Raúl Alfonsín

En este proyecto se decide no materializar esta intersección debido a las condiciones en las que se encuentra hoy en día la avenida y por el tránsito de la misma.

Esta posee una calzada enripiada con escaso mantenimiento por la cual no circulan muchos vehículos.

Se propone el análisis de dicha intersección en el caso de que a futuro la misma se convierta en una vía de mayor importancia con un mayor nivel de tránsito, lo cual generaría un punto conflictivo entre la misma y la RP N°99.

10.8 Intersección entre la RP N°99 y la RP N°5

Si bien en el proyecto se resuelve esta intersección, se recomienda realizar en un futuro un análisis más profundo acerca del tránsito de la misma y ya con el proyecto de la RP N°99 materializado.

Se podría evaluar la posibilidad de una intersección a alto nivel teniendo en cuenta que la RP N°5 ya contaría con doble calzada, lo cual podría llevar a niveles de tránsito no admisibles para el tipo de intersección planteada en este proyecto.

10.9 Diseño geométrico

En ambas intersecciones debería realizarse una verificación de los radios de giro elegidos en el diseño de las intersecciones según las normas que imponga la Dirección de Vialidad Provincial.

Además de realizar un replanteo de las misma en campo para verificar si es factible adoptar estos diseños o podría rediseñarse considerando los obstáculos que existan en el entorno donde se plantean ambas.

10.10 Semaforización

Se debería realizar el diseño de fases más conveniente para cada uno de los cruces semaforizados, realizando un aforo de las maniobras de los vehículos en cada una, y el cálculo de los tiempos para cada color del mismo.

11. Imágenes ilustrativas



Figura 184. Ilustración panorámica de la RP N°43 (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 185. Ilustración panorámica de la RP N°43 y RP N°99 (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 186. Intersección entre RPN°43 y RP N°99 (Fuente: Elaboración propia)



Figura 187. Refugios peatonales en cruce semaforizado a la salida de la Escuela “Manuel Lainez” (Fuente: Elaboración propia)



Figura 188. Refugios peatonales (Fuente: Elaboración propia)



Figura 189. Semaforización del cruce peatonal (Fuente: Elaboración propia)



Figura 190. Intersección entre RPN°43 y RP N°99 (Fuente: Elaboración propia)



Figura 191. Intersección entre RPN°43 y RP N°99 (Fuente: Elaboración propia)

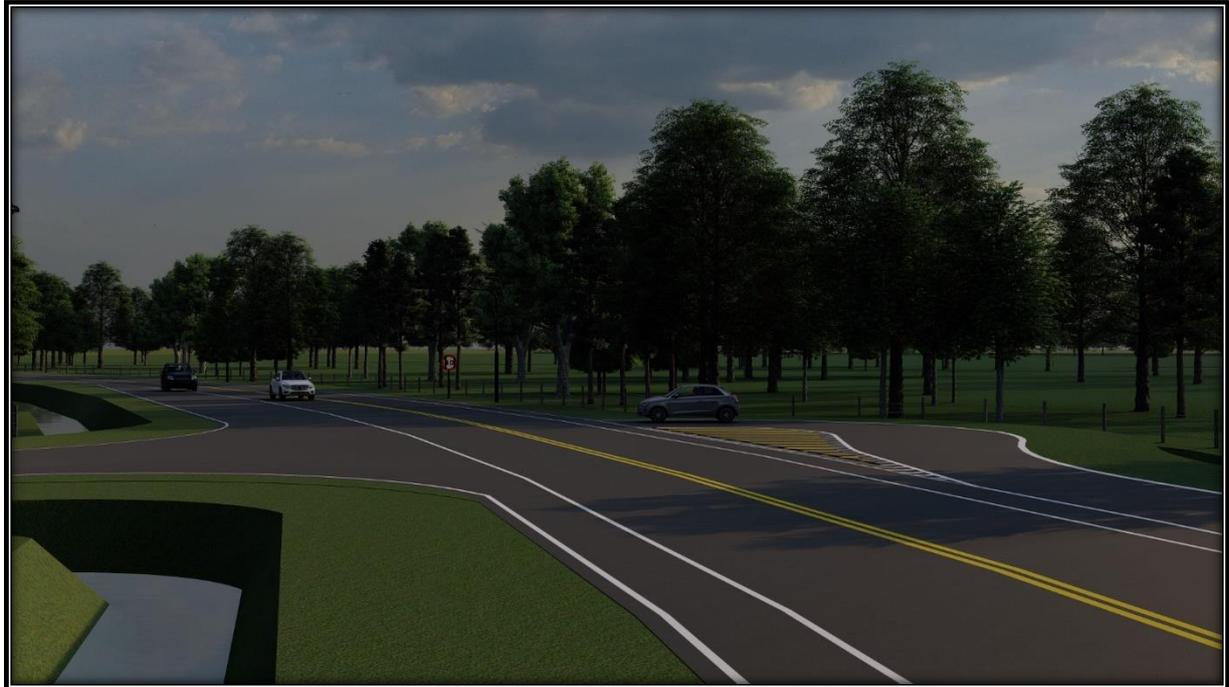


Figura 192. Intersección entre RPN°43 y RP N°99 (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 193. Señalización vertical y horizontal de la intersección (*Fuente: Elaboración propia*)



Figura 194. Ilustración de RP N°99 (Fuente: Elaboración propia)



Figura 195. Señalización vertical y horizontal de RP N°43 (Fuente: Elaboración propia)

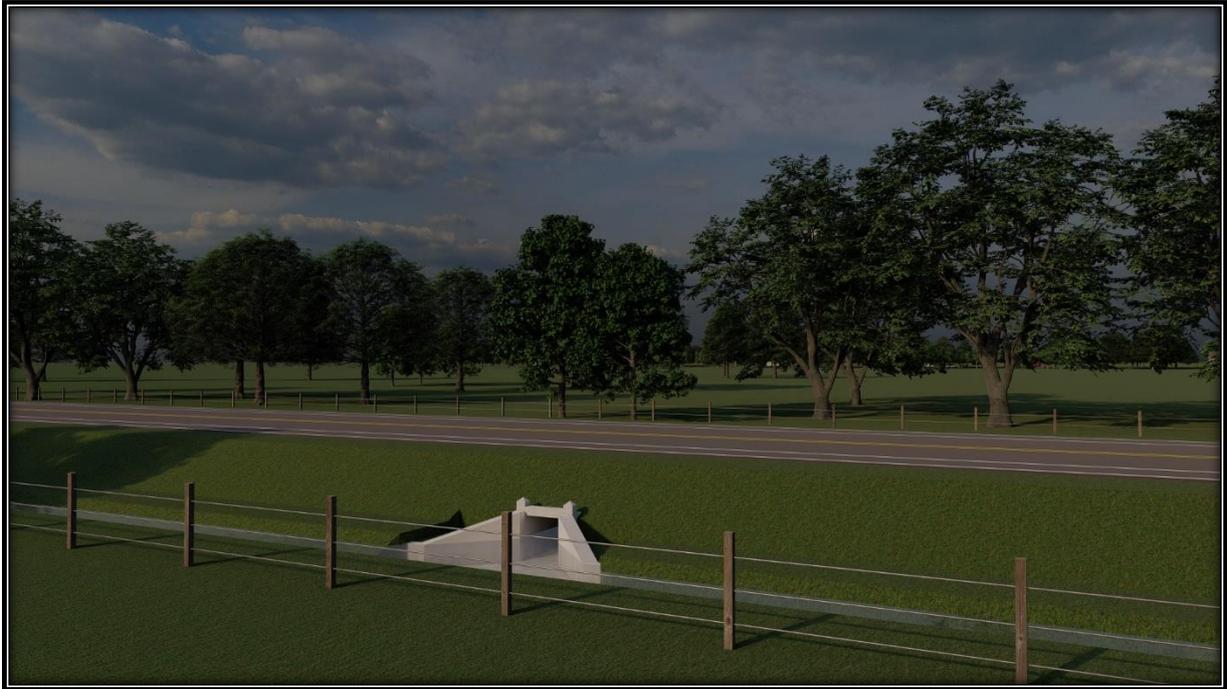


Figura 196. Alcantarilla de tipo “O-41211-I” (Fuente: *Elaboración propia*)

BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.argentina.gob.ar/inta/informacion-agroclimatica>
- http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/tmda.html
- Dirección Nacional de Vialidad. (2016). *Ruta Nacional N°12.travesia Travesía Urbana Ciudad de Corrientes Km. 1.023 – Km. 1.036. J.C.R. SA*
- <https://gis.ciudaddecorrientes.gov.ar/idemcc/#14/-27.4814/-58.7617>
- <https://earth.google.com/web/>
- INDEC. (2001). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.*
- INDEC. (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.*
- INDEC. (2022). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.*
- Administración Provincial del Agua (APA). (1960-2019). *Curvas IDF del AMGR.*
- Linsley J., Kohler M., Paulus J. (1977). *Hidrología para ingenieros. 2da. Edición. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana SA. Bogotá, Colombia.*
- Ven Te Chow, Maidment D.R., Mays L.W. (2000). *Hidrología Aplicada. 1ra. Edición. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana SA. Bogotá, Colombia.*
- Tassano, N. (2018). *Plan Director Hídrico de la Ciudad de Corrientes. Biblioteca de la Municipalidad de Corrientes.*
- Popolizio, E. (1973). *Mapas Hidrodinámicos de la Cuenca del Riachuelo. Biblioteca de Geociencias.*
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993. 3ra Edición. La Paz, Bolivia.*
- ICPA. Calo, Souza y Marcollini. (2014). *Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón.*
- Dirección Nacional de Vialidad. (1998). *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Biblioteca de la DNV.*
- Dirección Nacional de Vialidad. (2012). *Manual de Señalamiento Horizontal. 1ra Edición. Biblioteca de la DNV.*
- Dirección Nacional de Vialidad. (2016). *Manual de Señalamiento Vertical. 1ra Edición. Biblioteca de la DNV.*
- Dirección Nacional de Vialidad. (2017). *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación. 1ra Edición. Biblioteca de la DNV.*
- Ministerio de Transporte y Comunicación. (2008). *Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. 1ra Edición. Lima, Perú.*
- <https://www.researchgate.net/publication/328784353> Anegamientos en la Cuenca del Riachuelo Corrientes Argentina
- <https://www.researchgate.net/publication/311583278> APLICACION DE MODELOS DE ELEVACION DIGITAL PARA LA DELIMITACION DE AREAS DE RIESGO POR INUNDACIONES SAN LUIS DEL PALMAR CORRIENTES RCA ARGENTINA
- J. Felizia. L. Felizia. (2010). *Highway Capacity Manual. 2da Edición. Rosario, Argentina.*

12. Anexos

12.1 Anexos Estudio de tránsito

12.1.1 Tabla de coeficientes de estacionalidad horaria

TABLA N°1: COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD HORARIA						
HORA	AUTOMÓVIL		CAMIONES		TOTAL	
	VOLUMEN	a %	VOLUMEN	a %	VOLUMEN	a %
6 - 7	16	1%	8	0,97%	24	1,10%
7 - 8	25	2%	31	3,77%	56	2,57%
8 - 9	55	4%	36	4,38%	91	4,18%
9 - 10	72	5%	51	6,20%	123	5,65%
10 - 11	92	7%	62	7,54%	154	7,08%
11 - 12	101	7%	55	6,69%	156	7,17%
12 - 13	112	8%	60	7,30%	172	7,90%
13 - 14	88	6%	44	5,35%	132	6,07%
14 - 15	78	6%	52	6,33%	130	5,97%
15 - 16	65	5%	59	7,18%	124	5,70%
16 - 17	85	6%	72	8,76%	157	7,22%
17 - 18	92	7%	82	9,98%	174	8,00%
18 - 19	102	8%	77	9,37%	179	8,23%
19 - 20	100	7%	68	8,27%	168	7,72%
20 - 21	88	6%	31	3,77%	119	5,47%
21 - 22	75	6%	12	1,46%	87	4,00%
22 - 23	44	3%	5	0,61%	49	2,25%
23 - 24	32	2%	3	0,36%	35	1,61%
0 - 1	10	1%	1	0,12%	11	0,51%
1 - 2	5	0%	0	0,00%	5	0,23%
2 - 3	3	0%	3	0,36%	6	0,28%
3 - 4	2	0%	0	0,00%	2	0,09%
4 - 5	2	0%	5	0,61%	7	0,32%
5 - 6	10	1%	5	0,61%	15	0,69%
T.M.D.A.	1354	100%	822	100%	2176	100%

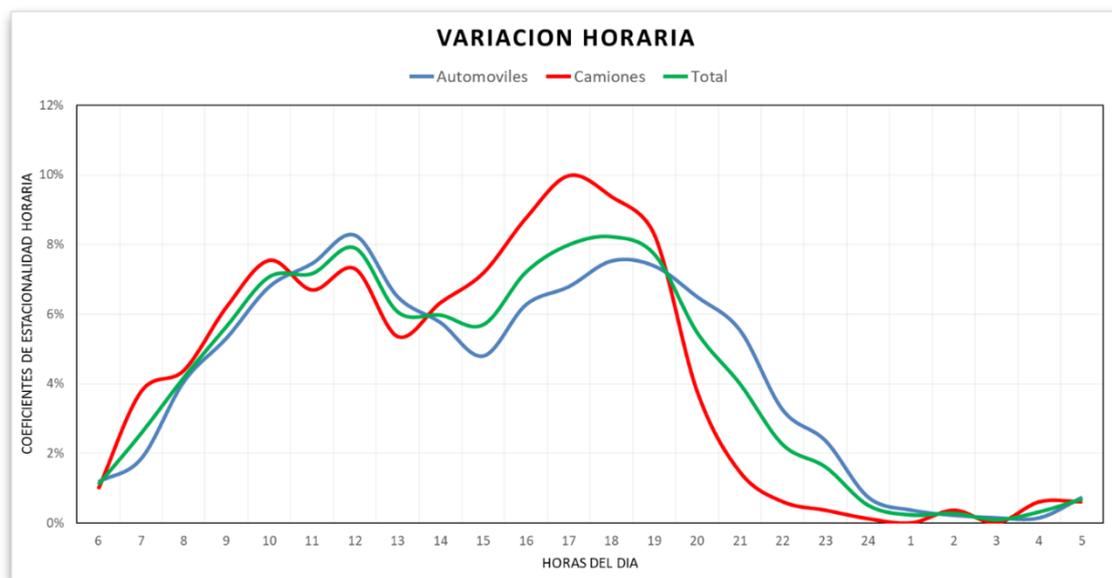
12.1.2 Tabla de coeficientes de estacionalidad diaria

TABLA N°2 : COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD DIARIA						
DÍAS	AUTOMÓVIL		CAMIONES		TOTAL	
	VOLUMEN	b %	VOLUMEN	b %	VOLUMEN	b %
LUNES	1423	105,10%	802	97,57%	2225	102,25%
MARTES	1455	107,46%	855	104,01%	2310	106,16%
MIÉRCOLES	1482	109,45%	855	104,01%	2337	107,40%
JUEVES	1502	110,93%	867	105,47%	2369	108,87%
VIERNES	1602	118,32%	889	108,15%	2491	114,48%
SÁBADO	1125	83,09%	855	104,01%	1980	90,99%
DOMINGO	893	65,95%	635	77,25%	1528	70,22%
TOTAL	9482	700%	5758	700%	15240	700%

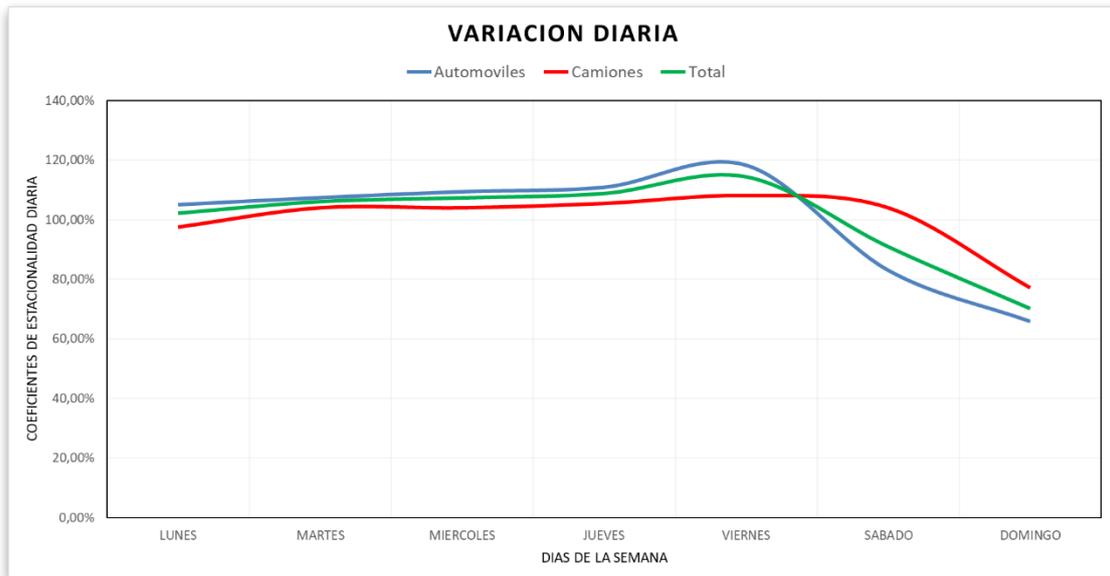
12.1.3 Tabla de coeficientes de estacionalidad mensual

TABLA N°3 : COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD MENSUAL							
MESES	AUTOMÓVIL		CAMIONES		TOTAL		DÍAS
	VOLUMEN	g %	VOLUMEN	g %	VOLUMEN	g %	
ENERO	41950	99,94%	26520	104,07%	68470	101,50%	31
FEBRERO	39050	103,00%	26520	115,22%	65570	107,62%	28
MARZO	40582	96,68%	29010	113,85%	69592	103,17%	31
ABRIL	38450	94,66%	25040	101,54%	63490	97,26%	30
MAYO	41025	97,74%	23250	91,24%	64275	95,28%	31
JUNIO	42015	103,43%	22050	89,42%	64065	98,14%	30
JULIO	44052	104,95%	23550	92,42%	67602	100,22%	31
AGOSTO	43850	104,47%	24200	94,97%	68050	100,88%	31
SEPTIEMBRE	41950	103,27%	23721	96,19%	65671	100,60%	30
OCTUBRE	41850	99,70%	24650	96,73%	66500	98,58%	31
NOVIEMBRE	39750	97,86%	24600	99,76%	64350	98,58%	30
DICIEMBRE	39580	94,30%	26650	104,58%	66230	98,18%	31
TOTAL	494104	1200,0%	299761	1200,0%	793865	1200,0%	

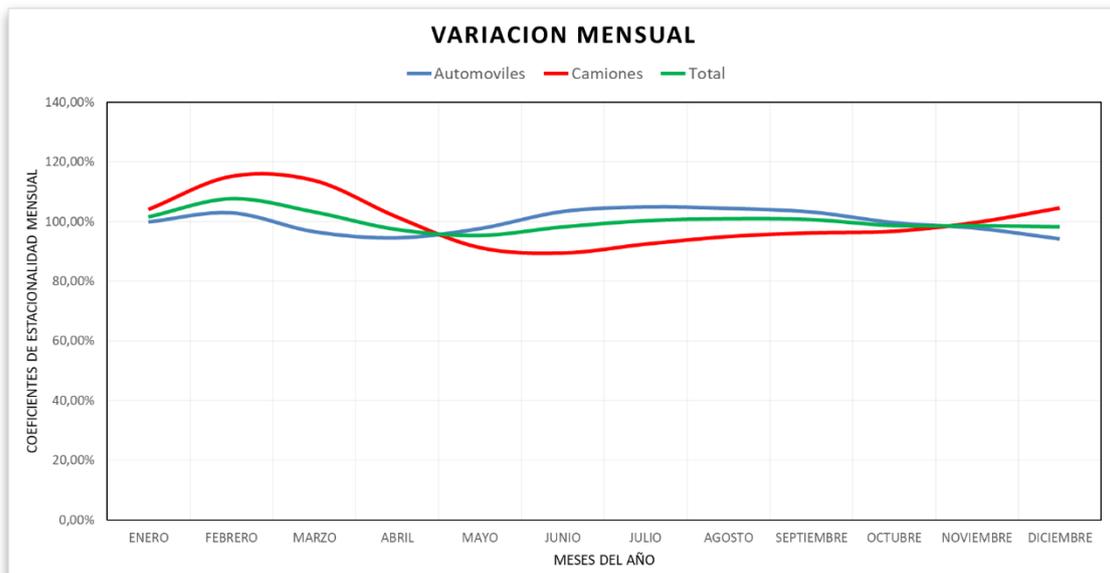
12.1.4 Curva de coeficientes de estacionalidad horaria



12.1.5 Curva de coeficientes de estacionalidad diaria



12.1.6 Curva de coeficientes de estacionalidad mensual



12.1.7 Nivel de servicio actual – RP N°43

Características Geométricas			
Velocidad de diseño : VD =	60 km/h	Ancho de carril : a =	2,8 m
% zonas sin sobrepaso Pss =	50 %	Obstrucción lateral d =	0 m
Tipo de Terreno :	Llano	Longitud del tramo : Lt =	10 km

Características del Tránsito	
Volumen horario de demanda :	VHD = 717 vph
Factor de hora pico :	FHP = 0,93
Porcentaje de automóviles :	Pa = 94 %
Porcentaje de camiones :	Pc = 4 %
Porcentaje de ómnibus :	Po = 4 %
Porcentaje de vehículos utilitarios :	Pr = 0 %
Direccionalidad :	Dir. = 60 / 40

1 - Ecuación general.

El volumen de servicio " total en ambos sentidos ", se calcula con la siguiente ecuación :

$$VSi = 2800 * (v / c)_i * fd * fa * fvp$$

VSi : volumen de servicio total en ambos sentidos, en las condiciones existentes de tránsito y camino, para el nivel de servicio " i ", expresado en vehículos por hora [vph]

$(v / c)_i$: relación volumen - capacidad ideal para el nivel de servicio " i ", que se obtiene de la " **Tabla 8.1** ".

fd : factor de ajuste por distribución direccional del tránsito, se obtiene de la " **Tabla 8.4** ".

fa : factor de ajuste por ancho de carril y obstrucción lateral, se obtiene de la " **Tabla 8.5** ".

fvp : factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente del tránsito, que se calcula con la siguiente expresión:

$$fvp = \frac{1}{[1 + Pc * (Ec - 1) + Po * (Eo - 1) + Pr * (Er - 1)]}$$

Pc : porcentaje de camiones en la corriente de tránsito, expresado como decimal.

Po : porcentaje de ómnibus en la corriente de tránsito, expresado como decimal.

Pr : porcentaje de vehículos recreacionales en la corriente de tránsito, expresado como decimal

Ec : factor de equivalencia de camiones en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

Eo : factor de equivalencia de ómnibus en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

Er : factor de equivalencia de vehículos recreacionales en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

La ecuación general, considera una capacidad ideal de " **2800 aph** " y la ajusta con la relación " (v / c) " correspondiente al nivel de servicio deseado, con el factor " **fd** " por distribución direccional, con el factor " **fa** " por ancho de calzada y obstrucciones laterales y con el factor " **fvp** " por presencia de vehículos pesados.

2 - Obtención de los factores de ajuste y automóviles equivalentes para las condiciones existentes de tránsito y camino.

a - Relación " (v / c) " para cada Nivel de Servicio " NSi ", de la " Tabla 8.1 ".

Relación " (v / c) " para cada Nivel de Servicio " NSi ". Tablas A1					
% zonas sin sobrepaso : Pss = 50 %			Terreno : Llano		
Nsi	A	B	C	D	E
(v / c)	0,12	0,24	0,39	0,62	1

b - Factor de ajuste " fd " por distribución direccional, de la " Tabla 8.4 ".

Factor de ajuste " fd " por distribución direccional.	
Direccionalidad : Dir = 60 / 40	----> fd = 0,94

c - Factor de ajuste " fa " por ancho de carril y obstrucción lateral, de la " Tabla 8.5 ".

Factor de ajuste " fa " por ancho de carril y obstrucción lateral Tablas A1			
Ancho de carril : a = 2,8 m	---->	NS = A - D	----> fa = 0,49
Obstrucción lateral d = 0 m		NS = E	----> fae = 0,66

d - Equivalentes en automóviles " Ec " ; " Eo " y " Er ", de la " Tabla 8.6 ".

Equivalentes en automóviles " Ec " ; " Eo " y " Er ".					
De Tabla 8.6 , con ----> Tipo de terreno : Llano					
Factor	Nivel de Servicio Nsi				
	A	B	C	D	E
Ec	2	2,2	2,2	2	2
Eo	1,8	2	2	1,6	1,6
Er	2,2	2,5	2,5	1,6	1,6

e - Factor de ajuste " fvp " por presencia de vehículos pesados.

$$fvp = \frac{1}{[1 + Pc * (Ec - 1) + Po * (Eo - 1) + Pr * (Er - 1)]}$$

Para Nivel de Servicio : NS = A

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,04 * (2 - 1) + 0,04 * (1,8 - 1) + 0 * (2,2 - 1)]} = 0,933$$

Para Niveles de Servicio : NS = B y NS = C

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,04 * (2,2 - 1) + 0,04 * (2 - 1) + 0 * (2,5 - 1)]} = 0,919$$

Para Niveles de Servicio : NS = D y NS = E

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,04 * (2 - 1) + 0,04 * (1,6 - 1) + 0 * (1,6 - 1)]} = 0,94$$

3 - Volumen de servicio " VSi " para cada Nivel de Servicio " NSi ".

$$VSi = 2800 * (v / c)_i * fd * fa * fvp$$

NS = A VSa = 2800 * 0,12 * 0,94 * 0,49 * 0,933 = 144 vph

NS = B VSb = 2800 * 0,24 * 0,94 * 0,49 * 0,919 = 284 vph

NS = C VSc = 2800 * 0,39 * 0,94 * 0,49 * 0,919 = 462 vph

NS = D VSd = 2800 * 0,62 * 0,94 * 0,49 * 0,94 = 752 vph

NS = E VSe = 2800 * 1 * 0,94 * 0,66 * 0,94 = 1633 vph

4 - Conversión del volumen actual o previsto a volumen pico de 15 minutos.

$$VS = \frac{VHD}{FHP} = \frac{717 \text{ vph}}{0,93} = 771 \text{ vph}$$

5 - Determinación del nivel de servicio " NS " que brinda el camino.

VS: 771 vph < 1633 vph ----> NS = E

6 - Capacidad del camino.

La capacidad del camino, es el volumen de servicio total en ambos sentidos, correspondiente al nivel de servicio " NS = E ". En este caso será :

Capacidad : VSe = C = 1633 vph

7 - Resumen de resultados.

CUADRO RESUMEN					
Volumen de Servicio " VSi " para cada Nivel de Servicio " NSi ".					
VSi = 2800 * (v / c) _i * fd * fa * fvp					
NS	(v / c)	fd	fa	fvp	Vsi
A	0,12	0,94	0,49	0,933	144
B	0,24	0,94	0,49	0,919	284
C	0,39	0,94	0,49	0,919	462
D	0,62	0,94	0,49	0,94	752
E	1,00	0,94	0,66	0,94	1633
F	-	-	-	-	-
Volumen de Servicio " VS " y Nivel de Servicio " NS " del camino.					
$VS = \frac{VHD}{FHP} = \frac{717 \text{ vph}}{0,93} = 771 \text{ vph}$					
$VS = 771 \text{ vph} < 1633 \text{ vph} \text{ ----> NS = E}$					
$\text{Capacidad : C} = 1633 \text{ vph}$					

12.1.8 Nivel de servicio futuro (25 años) – RP N°43

Características Geométricas			
Velocidad de diseño : VD =	60 km/h	Ancho de carril :	a = 3,65 m
% zonas sin sobrepaso Pss =	30 %	Obstrucción lateral	d = 2,3 m
Tipo de Terreno :	Llano	Longitud del tramo :	Lt = 10 km

Características del Tránsito	
Volumen horario de demanda :	VHD = 1166 vph
Factor de hora pico :	FHP = 0,93
Porcentaje de automóviles :	Pa = 94 %
Porcentaje de camiones :	Pc = 4 %
Porcentaje de ómnibus :	Po = 2 %
Porcentaje de vehículos utilitarios :	Pr = 0 %
Direccionalidad :	Dir. = 50 / 50

1 - Ecuación general.

El volumen de servicio " total en ambos sentidos ", se calcula con la siguiente ecuación :

$$VSi = 2800 * (v / c)_i * fd * fa * fvp$$

VSi : volumen de servicio total en ambos sentidos, en las condiciones existentes de tránsito y camino, para el nivel de servicio " i ", expresado en vehículos por hora [vph]

$(v / c)_i$: relación volumen - capacidad ideal para el nivel de servicio " i ", que se obtiene de la " **Tabla 8.1** ".

fd : factor de ajuste por distribución direccional del tránsito, se obtiene de la " **Tabla 8.4** ".

fa : factor de ajuste por ancho de carril y obstrucción lateral, se obtiene de la " **Tabla 8.5** ".

fvp : factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente del tránsito, que se calcula con la siguiente expresión:

$$fvp = \frac{1}{[1 + Pc * (Ec - 1) + Po * (Eo - 1) + Pr * (Er - 1)]}$$

Pc : porcentaje de camiones en la corriente de tránsito, expresado como decimal.

Po : porcentaje de ómnibus en la corriente de tránsito, expresado como decimal.

Pr : porcentaje de vehículos recreacionales en la corriente de tránsito, expresado como decimal

Ec : factor de equivalencia de camiones en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

Eo : factor de equivalencia de ómnibus en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

Er : factor de equivalencia de vehículos recreacionales en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

La ecuación general, considera una capacidad ideal de " **2800 aph** " y la ajusta con la relación " (v / c) " correspondiente al nivel de servicio deseado, con el factor " **fd** " por distribución direccional, con el factor " **fa** " por ancho de calzada y obstrucciones laterales y con el factor " **fvp** " por presencia de vehículos pesados.

2 - Obtención de los factores de ajuste y automóviles equivalentes para las condiciones existentes de tránsito y camino.

a - Relación " (v / c) " para cada Nivel de Servicio " NSi ", de la " Tabla 8.1 " .

Relación " (v / c) " para cada Nivel de Servicio " NSi " .					
% zonas sin sobrepaso : Pss = 30 %			Terreno : Llano		
Nsi	A	B	C	D	E
(v / c)	0,12	0,24	0,39	0,62	1

b - Factor de ajuste " fd " por distribución direccional, de la " Tabla 8.4 " .

Factor de ajuste " fd " por distribución direccional.	
Direccionalidad : Dir = 50 / 50	----> fd = 1

c - Factor de ajuste " fa " por ancho de carril y obstrucción lateral, de la " Tabla 8.5 " .

Factor de ajuste " fa " por ancho de carril y obstrucción lateral			
Ancho de carril : a = 3,65 m	---->	NS = A - D	fa = 1
Obstrucción lateral d = 2,3 m		NS = E	fae = 1

d - Equivalentes en automóviles " Ec " ; " Eo " y " Er " , de la " Tabla 8.6 " .

Equivalentes en automóviles " Ec " ; " Eo " y " Er " .					
De Tabla 8.6 , con --->		Tipo de terreno : Llano			
Factor	Nivel de Servicio Nsi				
Ei	A	B	C	D	E
Ec	2	2,2	2,2	2	2
Eo	1,8	2	2	1,6	1,6
Er	2,2	2,5	2,5	1,6	1,6

e - Factor de ajuste " fvp " por presencia de vehículos pesados.

$$fvp = \frac{1}{[1 + Pc * (Ec - 1) + Po * (Eo - 1) + Pr * (Er - 1)]}$$

Para Nivel de Servicio : NS = A

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,04 * (2 - 1) + 0,02 * (1,8 - 1) + 0 * (2,2 - 1)]} = 0,947$$

Para Niveles de Servicio : NS = B y NS = C

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,04 * (2,2 - 1) + 0,02 * (2 - 1) + 0 * (2,5 - 1)]} = 0,936$$

Para Niveles de Servicio : NS = D y NS = E

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,04 * (2 - 1) + 0,02 * (1,6 - 1) + 0 * (1,6 - 1)]} = 0,951$$

3 - Volumen de servicio " VSi " para cada Nivel de Servicio " NSi " .

$$VSi = 2800 * (v / c)_i * fd * fa * fvp$$

NS = A VSa = 2800 * 0,12 * 1 * 1 * 0,947 = 318 vph

NS = B VSb = 2800 * 0,24 * 1 * 1 * 0,936 = 629 vph

NS = C VS_c = 2800 * 0,39 * 1 * 1 * 0,936 = 1022 vph

NS = D VS_d = 2800 * 0,62 * 1 * 1 * 0,951 = 1651 vph

NS = E VS_e = 2800 * 1 * 1 * 1 * 0,951 = 2663 vph

4 - Conversión del volumen actual o previsto a volumen pico de 15 minutos.

$$VS = \frac{VHD}{FHP} = \frac{1166 \text{ vph}}{0,93} = 1254 \text{ vph}$$

5 - Determinación del nivel de servicio " NS " que brinda el camino.

VS: 1254 vph < 1651 vph ----> NS = D

6 - Capacidad del camino.

La capacidad del camino, es el volumen de servicio total en ambos sentidos, correspondiente al nivel de servicio " NS = E ". En este caso será :

Capacidad : VS_e = C = 2663 vph

7 - Resumen de resultados.

CUADRO RESUMEN					
Volumen de Servicio " VSi " para cada Nivel de Servicio " NSi " .					
VSi = 2800 * (v / c) _i * fd * fa * fvp					
NS	(v / c)	fd	fa	fvp	Vsi
A	0,12	1	1	0,947	318
B	0,24	1	1	0,936	629
C	0,39	1	1	0,936	1022
D	0,62	1	1	0,951	1651
E	1,00	1	1	0,951	2663
F	-	-	-	-	-
Volumen de Servicio " VS " y Nivel de Servicio " NS " del camino.					
VS = $\frac{VHD}{FHP} = \frac{1166 \text{ vph}}{0,93} = 1254 \text{ vph}$					
VS = 1254 vph < 1651 vph ----> NS = D					
Capacidad : C = 2663 vph 232 1547 (VS)					

12.2 Anexos Estudios hidrológicos

12.2.1 Cálculo hidrológico del SSH1

12.2.1.1 Tiempo de concentración

CARACTERÍSTICAS DE SH 1

	m	pies		m	pies
L (pies)	1595,8	5235,564	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,0003		Coef. Manning	0,03	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	129,4210	2,157017

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

TR (años)	A	B	C
2	2711,632	29,742	0,871
5	2725,371	29,434	0,82
10	2740,193	29,19	0,791
25	2760,347	28,989	0,755
50	2786,493	28,757	0,741

	mm/h	Pulg/h
i (25 años)	60,2736896	2,37298

	min
Tc (25años)	157,5886

Tc	157,588569	min
-----------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	53,267806	2,097158

Tc (iterado)	165,573146	min
---------------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,608903	2,031847

Tc (iterado)	167,681818	min
---------------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,1905786	2,015377

Tc (iterado)	168,228591	min
---------------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,0833904	2,011157

Tc (iterado)	168,3697	min
---------------------	----------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,0558125	2,010071

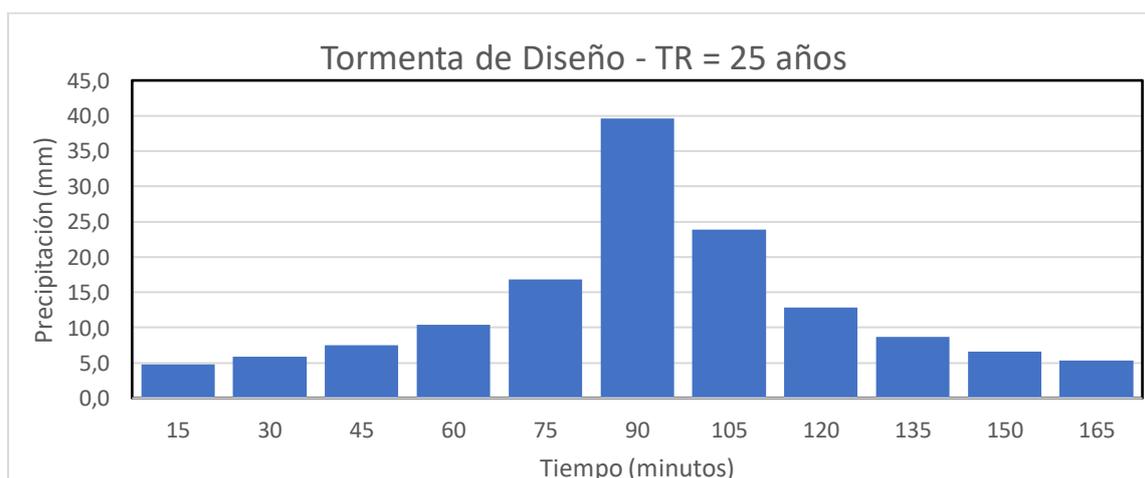
	min	h
Tc (final)	168,406072	2,806768

12.2.1.2 Lluvia de diseño

Con los parámetros de las curvas IDF de AMGR antes mencionada, se obtiene el hietograma de la tormenta de diseño mediante el método de los bloques alternos:

Tiempo (minutos)	Intensidad (mm/h)	Hp (mm)	Hp intervalo (mm)
15	158,6	39,6	39,6
30	127,1	63,5	23,9
45	107,1	80,3	16,8
60	93,2	93,2	12,8
75	82,8	103,5	10,4
90	74,8	112,2	8,7
105	68,4	119,7	7,5
120	63,1	126,3	6,6
135	58,7	132,1	5,9
150	55,0	137,4	5,3
165	51,7	142,2	4,8
			142,2

Bloques Alternos	
Tiempo (minutos)	Hp (mm)
15	4,8
30	5,9
45	7,5
60	10,4
75	16,8
90	39,6
105	23,9
120	12,8
135	8,7
150	6,6
165	5,3

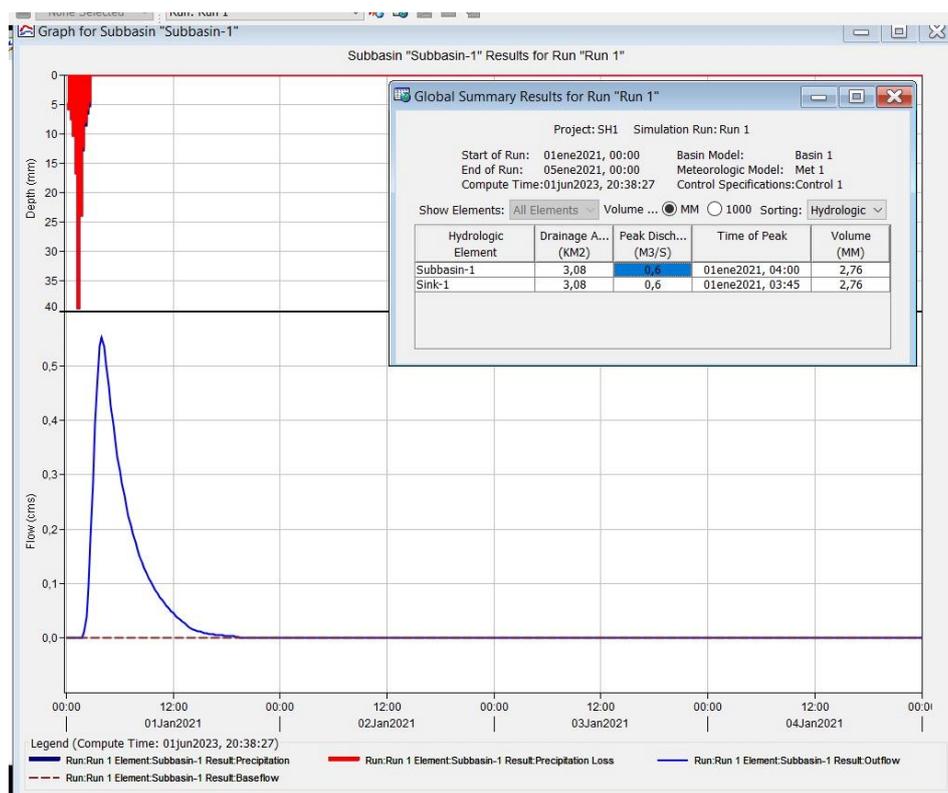


12.2.1.3 Obtención del CN

Uso de la Cubierta	Uso de la Cubierta	Área [%]	Área [km ²]	CN: Clase II (Tabla N°2)	CN (II) x Área [%]
Pradera	Pradera	84%	2,597	30	25,3
Monte	Monte	10%	0,296	35	3,4
Áreas Antrópicas	Áreas Antrópicas	6%	0,187	72	4,4
		100%	3,08		CN2= 33,0
					CN1= 17
					CN3= 53

12.2.1.4 Caudal de diseño

Para la obtención del caudal de diseño se utilizó como herramienta el programa HEC-HMS, cargando los datos obtenidos anteriormente detallados.



$$q_{SH1} = 0,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.2.2 Cálculo hidrológico del SSH2

12.2.2.1 Tiempo de concentración

CARACTERÍSTICAS DEL SSH2 (A1)

	m	pies		m	pies
L (pies)	1203	3946,851	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,00025		Coef. Manning	0,025	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	111,6865	1,861442

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

	min	h
Tc (final)	134,669188	2,244486

CARACTERÍSTICAS DEL SSH2 (A2)

	m	pies		m	pies
L (pies)	1399	4589,895	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,00025		Coef. Manning	0,022	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	125,4515	2,090858

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

	min	h
Tc (final)	137,251462	2,287524

CARACTERÍSTICAS DEL SSH2 (A3)

	m	pies		m	pies
L (pies)	1171	3841,864	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,00025		Coef. Manning	0,025	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	109,3919	1,823198

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

	min	h
Tc (final)	131,725741	2,195429

CARACTERÍSTICAS DEL SSH2 (A4)

	m	pies		m	pies
L (pies)	806	2644,357	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,00025		Coef. Manning	0,025	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	82,0492	1,367486

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

	min	h
Tc (final)	97,2149428	1,620249

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA SSH2 (A5)

	m	pies		m	pies
L (pies)	680	2230,971	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,00025		Coef. Manning	0,025	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	71,9827	1,199711

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

	min	h
Tc (final)	84,7981032	1,413302

CARACTERÍSTICAS DEL SSH2 (A6)

	m	pies		m	pies
L (pies)	504	1653,543	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,00025		Coef. Manning	0,025	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	57,1568	0,952613

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

	min	h
Tc (final)	66,8352607	1,113921

CARACTERÍSTICAS DEL SSH (A7)

	m	pies		m	pies
L (pies)	422	1384,514	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,00025		Coef. Manning	0,025	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	49,8525	0,830875

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

	min	h
Tc (final)	58,1410227	0,969017

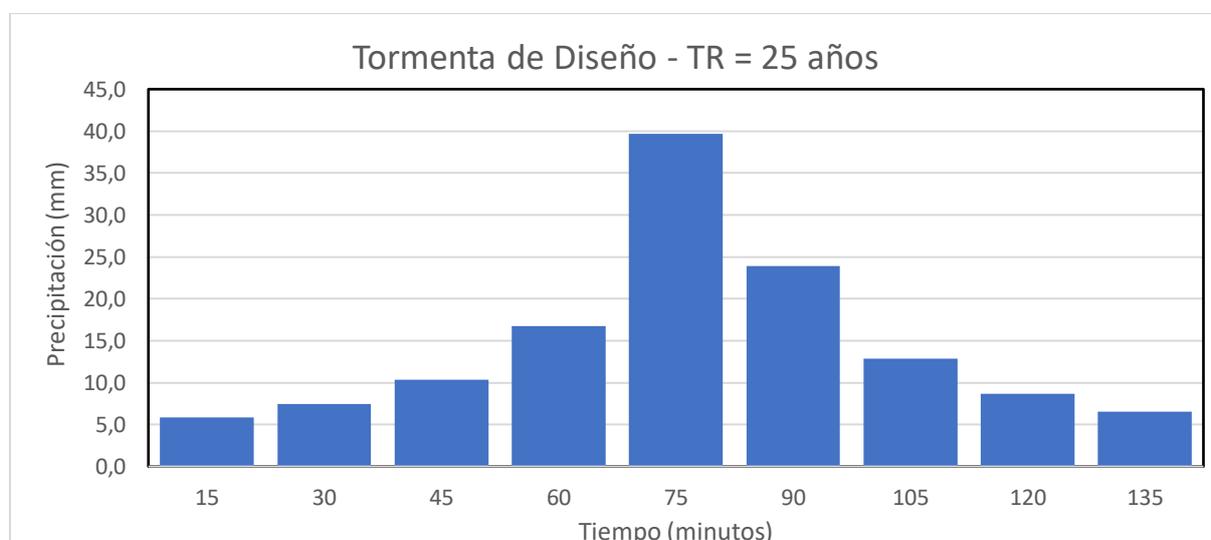
Tabla resumen		
ÁREA DE APORTE	Fórmulas de Tc	
	<i>Kirpich</i>	<i>Ecuación de la onda cinemática</i>
1	1,86 h	2,24 h
2	2,09 h	2,29 h
3	1,82 h	2,20 h
4	1,37 h	1,62 h
5	1,20 h	1,41 h
6	0,95 h	1,11 h
7	0,83 h	0,97 h
	Tc adoptado =	2,24 h
	Tc adoptado =	134,67 min

12.2.2.2 Lluvia de diseño

Con los parámetros de las curvas IDF de AMGR antes mencionada, se obtiene el hietograma de la tormenta de diseño mediante el método de los bloques alternos:

Tiempo (minutos)	Intensidad (mm/h)	Hp (mm)	Hp intervalo (mm)
15	158,6	39,6	39,6
30	127,1	63,5	23,9
45	107,1	80,3	16,8
60	93,2	93,2	12,8
75	82,8	103,5	10,4
90	74,8	112,2	8,7
105	68,4	119,7	7,5
120	63,1	126,3	6,6
135	58,7	132,1	5,9
			132,1

Bloques Alternos	
Tiempo (minutos)	Hp (mm)
15	5,9
30	7,5
45	10,4
60	16,8
75	39,6
90	23,9
105	12,8
120	8,7
135	6,6



Luego de obtenida la tormenta de diseño, para esta cuenca es necesario separar, la parte de la precipitación que genera escurrimiento directo y utilizar ese valor en el balance de volúmenes, para conocer si el volumen de revancha de los cuerpos es capaz o no de almacenar el volumen generado por la tormenta.

Para esto se aplica el Método del SCS, primeramente, es necesario obtener un valor de CN para cada uno de los subsistemas que compone el SH2.

	USO DE SUELO	CN	Área [m2]	Área [%]	CN pond.	CN II final	CN I final
1	Cuerpos de agua	100	304.226,0	12%	12	42	23
	Praderas	30	1.886.554,2	77%	23		
	Granjas	59	273.849,8	11%	7		
2	Cuerpos de agua	100	214.041,0	9%	9	40	22
	Praderas	30	2.047.513,3	83%	25		
	Áreas antrópicas	72	200.753,7	8%	6		
3	Cuerpos de agua	100	36.605,0	5%	5	34	18
	Praderas	30	659.670,0	95%	28		
4	Cuerpos de agua	100	72.192,0	10%	10	37	20
	Praderas	30	647.893,0	90%	27		
5	Cuerpos de agua	100	42.986,0	5%	5	33	17
	Praderas	30	839.581,0	95%	29		
6	Cuerpos de agua	100	255.232,0	21%	21	49	29
	Praderas	30	771.607,1	65%	19		
	Granjas	59	161.749,9	14%	8		
7	Cuerpos de agua	100	74.622,0	19%	19	44	25
	Praderas	30	308.149,0	81%	24		

Con estos valores de CN, se aplican las fórmulas del Método del SCS para obtener el valor de Q que representa el escurrimiento directo generado por la tormenta:

	VARIABLES DEL SCS	[pulg]	[mm]	[m]	ÁREA DEL SUBSISTEMA [m2]	VOLUMEN DE LLUVIA [m3]
1	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	2.464.630	99.538
	Retención Potencial Máxima (S)	6,04	153,37	0,1534		
	Escurrecimiento (Q)	1,59	40,39	0,0404		
2	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	2.462.308	88.987
	Retención Potencial Máxima (S)	6,66	169,08	0,1691		
	Escurrecimiento (Q)	1,42	36,14	0,0361		
3	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	696.275	17.867
	Retención Potencial Máxima (S)	8,56	217,46	0,2175		
	Escurrecimiento (Q)	1,01	25,66	0,0257		
4	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	720.085	22.787
	Retención Potencial Máxima (S)	7,40	187,89	0,1879		
	Escurrecimiento (Q)	1,25	31,65	0,0316		
5	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	882.567	22.223
	Retención Potencial Máxima (S)	8,67	220,12	0,2201		
	Escurrecimiento (Q)	0,99	25,18	0,0252		
6	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	1.188.589	63.126
	Retención Potencial Máxima (S)	4,53	115,04	0,1150		
	Escurrecimiento (Q)	2,09	53,11	0,0531		
7	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	382.771	16.688
	Retención Potencial Máxima (S)	5,61	142,59	0,1426		
	Escurrecimiento (Q)	1,72	43,60	0,0436		

12.2.2.3 Caudal de diseño

En este caso, por las características del sistema definido, ya que se trata de un sistema hidrológico con una gran cantidad de cuerpos de agua, el procedimiento consistió en sub dividir el sistema en sistemas de menor tamaño, en los cuales se definió el volumen de agua depositada en el cuerpo y adoptando una altura de revancha de 0,5m, se realizó un balance de volúmenes en cada una de los subsistemas, analizando si el volumen extra generado por la lluvia de diseño podía contenerse en ese volumen de revancha o se generaba un caudal a la salida de la misma que se debía descargar.

Subsistemas Hidrológicos	Características del SH	
1	Área del sistema hidrológico [m2]	2.464.630,0
	Área de los cuerpos de agua [m2]	304.226,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m2]	0,5
	Volumen de los cuerpos de agua [m3]	152.113,0
	Área disponible para almacenamiento [m2]	718.573,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m3]	207.173,5
2	Área del sistema hidrológico [m2]	2.462.308,0
	Área de los cuerpos de agua [m2]	214.041,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m2]	0,5
	Volumen de los cuerpos de agua [m3]	107.020,5
	Área disponible para almacenamiento [m2]	476.389,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m3]	131.174,0
3	Área del sistema hidrológico [m2]	696.275,0
	Área de los cuerpos de agua [m2]	36.605,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m2]	0,5
	Volumen de los cuerpos de agua [m3]	18.302,5
	Área disponible para almacenamiento [m2]	212.600,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m3]	87.997,5
4	Área del sistema hidrológico [m2]	720.085,0
	Área de los cuerpos de agua [m2]	72.192,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m2]	0,5
	Volumen de los cuerpos de agua [m3]	36.096,0
	Área disponible para almacenamiento [m2]	154.585,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m3]	41.196,5
5	Área del sistema hidrológico [m2]	882.567,0
	Área de los cuerpos de agua [m2]	42.986,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m2]	0,5
	Volumen de los cuerpos de agua [m3]	21.493,0
	Área disponible para almacenamiento [m2]	95.220,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m3]	26.117,0

6	Área del sistema hidrológico [m2]	1.188.589,0
	Área de los cuerpos de agua [m2]	255.232,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m2]	0,5
	Volumen de los cuerpos de agua [m3]	127.616,0
	Área disponible para almacenamiento [m2]	492.176,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m3]	118.472,0
7	Área del sistema hidrológico [m2]	382.771,0
	Área de los cuerpos de agua [m2]	74.622,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m2]	0,5
	Volumen de los cuerpos de agua [m3]	37.311,0
	Área disponible para almacenamiento [m2]	127.315,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m3]	26.346,5

Subsistema Hidrológico	Valores resultantes del balance de volúmenes	
1	Volumen generado de lluvia [m3]	99.538,1
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	207.173,5
	Volumen sobrante [m3]	0,0
2	Volumen generado de lluvia [m3]	88.987,0
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	131.174,0
	Volumen sobrante [m3]	0,0
3	Volumen generado de lluvia [m3]	17.867,4
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	87.997,5
	Volumen sobrante [m3]	0,0
4	Volumen generado de lluvia [m3]	22.787,2
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	41.196,5
	Volumen sobrante [m3]	0,0
5	Volumen generado de lluvia [m3]	22.222,9
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	26.117,0
	Volumen sobrante [m3]	0,0
6	Volumen generado de lluvia [m3]	63.126,0
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	118.472,0
	Volumen sobrante [m3]	0,0
7	Volumen generado de lluvia [m3]	16.687,9
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	26.346,5
	Volumen sobrante [m3]	0,0

Finalmente, el volumen sobrante total de todos los subsistemas hidrológicos da cero, ya que, el volumen disponible para almacenar en los cuerpos de agua tiene la suficiente capacidad para recibir el volumen extra generado por la tormenta de diseño elegida.

Con este valor de volumen obtenido, y dividiéndolo por la duración de la tormenta, se obtiene el caudal generado por la totalidad del sistema hidrológico 2:

$$q_{SH2} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.2.3 Cálculo hidrológico del SSH3

12.2.3.1 Tiempo de concentración

CARACTERÍSTICAS DEL SH 3

	m	pies		m	pies
L (pies)	1627,6	5339,895	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,0003		Coef. Manning	0,030	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	131,4023	2,190039

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

TR (años)	A	B	C
2	2711,632	29,742	0,871
5	2725,371	29,434	0,82
10	2740,193	29,19	0,791
25	2760,347	28,989	0,755
50	2786,493	28,757	0,741

	mm/h	Pulg/h
i (25 años)	59,7106878	2,350814

	min
Tc (25años)	160,0651

Tc	160,065054	min
-----------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	52,740137	2,076383

Tc (iterado)	168,213503	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,0863414	2,011273

Tc (iterado)	170,370907	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	50,6683923	1,994819

Tc (iterado)	170,931658	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	50,5610561	1,990593

Tc (iterado)	171,076715	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	50,5333761	1,989503

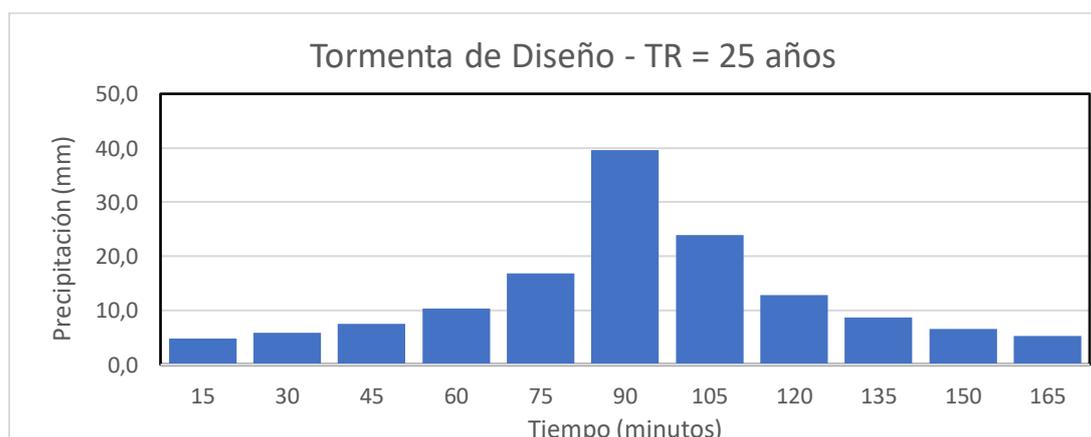
	min	h
Tc (final)	171,114192	2,851903

12.2.3.2 Lluvia de diseño

Con los parámetros de las curvas IDF de AMGR antes mencionada, se obtiene el hietograma de la tormenta de diseño mediante el método de los bloques alternos:

Tiempo (minutos)	Intensidad (mm/h)	Hp (mm)	Hp intervalo (mm)
15	158,6	39,6	39,6
30	127,1	63,5	23,9
45	107,1	80,3	16,8
60	93,2	93,2	12,8
75	82,8	103,5	10,4
90	74,8	112,2	8,7
105	68,4	119,7	7,5
120	63,1	126,3	6,6
135	58,7	132,1	5,9
150	55,0	137,4	5,3
165	51,7	142,2	4,8
			142,2

Bloques Alternos	
Tiempo (minutos)	Hp (mm)
15	4,8
30	5,9
45	7,5
60	10,4
75	16,8
90	39,6
105	23,9
120	12,8
135	8,7
150	6,6
165	5,3

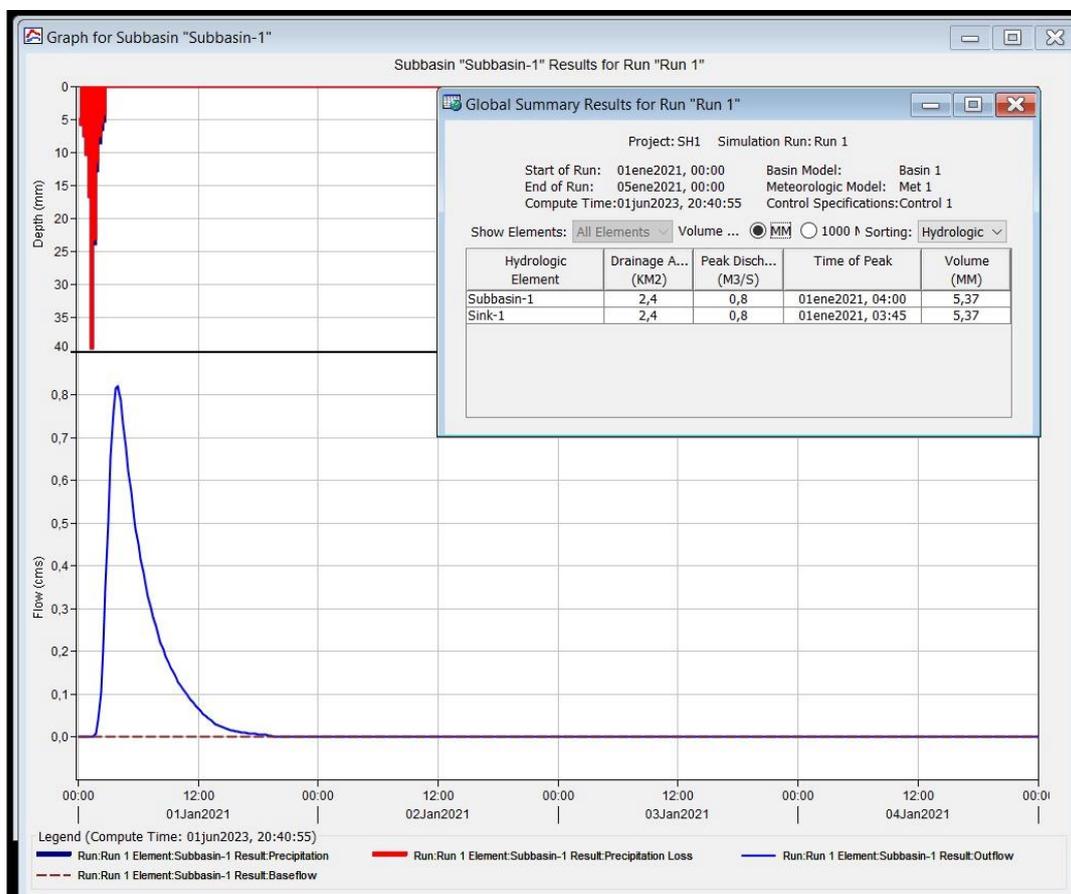


12.2.3.3 Obtención del CN

Uso de la Cubierta	Área [%]	Área [km ²]	CN: Clase II (Tabla N°2)	CN (II) x Área [%]
Pradera	80%	1,920	30	24,0
Granjas	15%	0,360	59	8,9
Áreas Antrópicas	5%	0,120	65	3,3
	100%	2,400	CN2=	36,1
			CN1=	19
			CN3=	56

12.2.3.4 Caudal de diseño

Para la obtención del caudal de diseño se utilizó como herramienta el programa HEC-HMS, cargando los datos obtenidos anteriormente detallados.



$$q_{SH3} = 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.2.4 Cálculo hidrológico del SSH4

12.2.4.1 Tiempo de concentración

CARACTERÍSTICAS DEL SH 4

	m	pies		m	pies
L (pies)	1561,3	5122,375	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,0003		Coef. Manning	0,03	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	127,2612	2,121019

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

TR (años)	A	B	C
2	2711,632	29,742	0,871
5	2725,371	29,434	0,82
10	2740,193	29,19	0,791
25	2760,347	28,989	0,755
50	2786,493	28,757	0,741

	mm/h	Pulg/h
i (25 años)	60,9016708	2,397704

	min
Tc (25años)	154,892

Tc	154,891962	min
-----------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	53,8565366	2,120336

Tc (iterado)	162,699117	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	52,1920447	2,054805

Tc (iterado)	164,755089	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,773341	2,038321

Tc (iterado)	165,286768	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,6663298	2,034107

Tc (iterado)	165,423619	min
--------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,6388687	2,033026

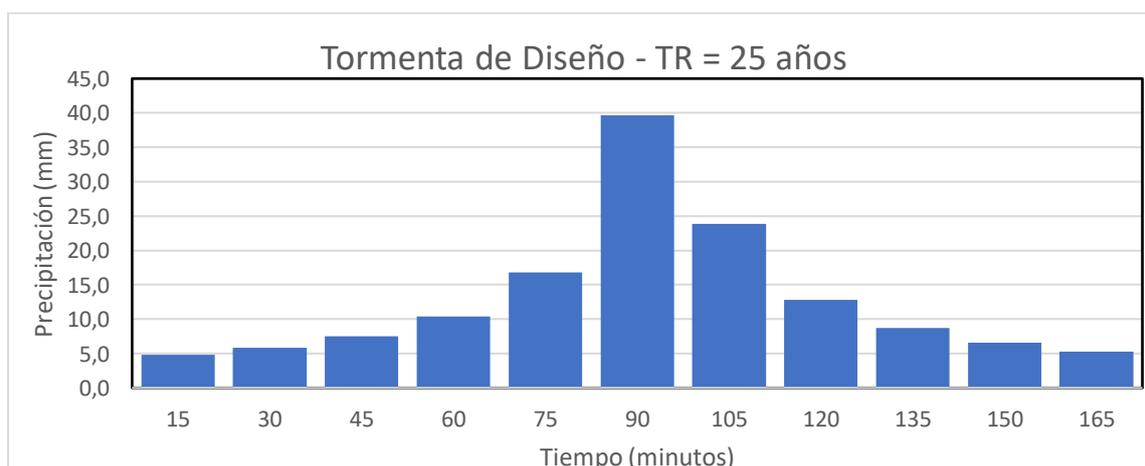
	min	h
Tc (final)	165,458802	2,757647

12.2.4.2 Lluvia de diseño

Con los parámetros de las curvas IDF de AMGR antes mencionada, se obtiene el hietograma de la tormenta de diseño mediante el método de los bloques alternos:

Tiempo (minutos)	Intensidad (mm/h)	Hp (mm)	Hp intervalo (mm)
15	158,6	39,6	39,6
30	127,1	63,5	23,9
45	107,1	80,3	16,8
60	93,2	93,2	12,8
75	82,8	103,5	10,4
90	74,8	112,2	8,7
105	68,4	119,7	7,5
120	63,1	126,3	6,6
135	58,7	132,1	5,9
150	55,0	137,4	5,3
165	51,7	142,2	4,8
			142,2

Bloques Alternos	
Tiempo (minutos)	Hp (mm)
15	4,8
30	5,9
45	7,5
60	10,4
75	16,8
90	39,6
105	23,9
120	12,8
135	8,7
150	6,6
165	5,3

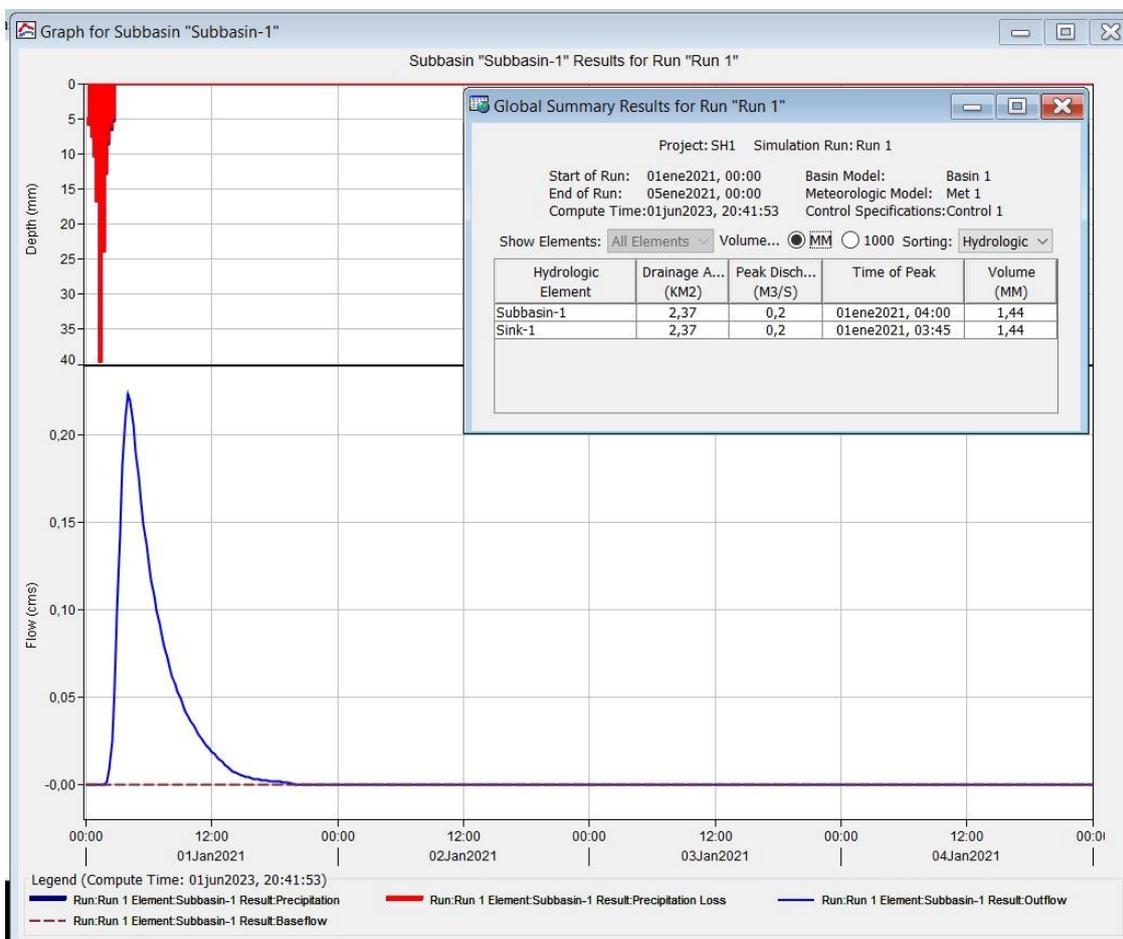


12.2.4.3 Obtención del CN

Uso de la Cubierta	Área [%]	Área [km2]	CN: Clase II (Tabla N°2)	CN (II) x Área [%]
Bosques	10%	0,237	32	3,2
Granjas	5%	0,119	45	2,3
Pradera	85%	2,015	30	25,5
	100%	2,370		
			CN2=	31,0
			CN1=	16
			CN3=	51

12.2.4.4 Caudal de diseño

Para la obtención del caudal de diseño se utilizó como herramienta el programa HEC-HMS, cargando los datos obtenidos anteriormente detallados.



$$q_{SH4} = 0,20 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.2.5 Cálculo hidrológico del SSH5

12.2.5.1 Tiempo de concentración

CARACTERÍSTICAS DEL SH 5

	m	pies		m	pies
L (pies)	1208,53	3964,994	H (pies)	1,5	4,92126
S (m/m)	0,0003		Coef. Manning	0,04	

KIRPICH

	min	h
Tc (Kirpich)	104,4840	1,741399

MÉTODO DE LA ONDA CINEMÁTICA (ITERATIVO)

TR (años)	A	B	C
2	2711,632	29,742	0,871
5	2725,371	29,434	0,82
10	2740,193	29,19	0,791
25	2760,347	28,989	0,755
50	2786,493	28,757	0,741

	mm/h	Pulg/h
i (25 años)	68,594886	2,700586

	min
Tc (25años)	150,5185

Tc	150,518456	min
-----------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	54,8442874	2,159224

Tc (iterado)	164,609119	min
---------------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,8028107	2,039481

Tc (iterado)	168,408932	min
---------------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	51,0481513	2,00977

Tc (iterado)	169,400405	min
---------------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	50,8554185	2,002182

Tc (iterado)	169,656912	min
---------------------	------------	-----

	mm/h	Pulg/h
i	50,8058309	2,00023

	min	h
Tc (final)	110	1,833333

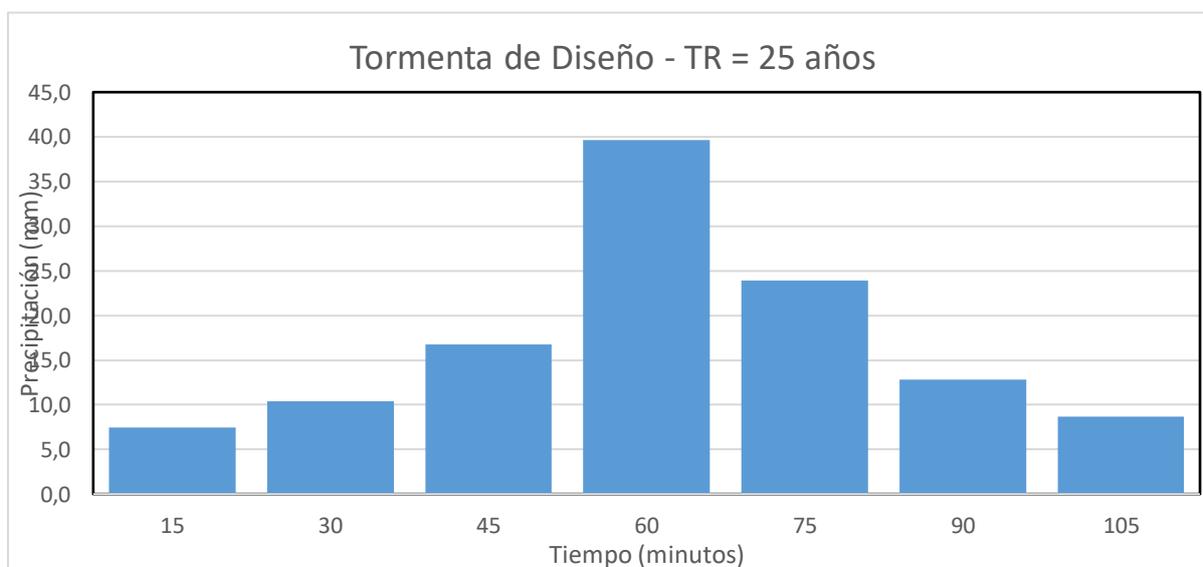
12.2.5.2 Lluvia de diseño

Con los parámetros de las curvas IDF de AMGR antes mencionada, se obtiene el hietograma de la tormenta de diseño mediante el método de los bloques alternos:

Tiempo (minutos)	Intensidad (mm/h)	Hp (mm)	Hp intervalo (mm)
15	158,6	39,6	39,6
30	127,1	63,5	23,9
45	107,1	80,3	16,8
60	93,2	93,2	12,8
75	82,8	103,5	10,4
90	74,8	112,2	8,7
105	68,4	119,7	7,5

119,7

Bloques Alternos	
Tiempo (minutos)	Hp (mm)
15	7,5
30	10,4
45	16,8
60	39,6
75	23,9
90	12,8
105	8,7



Luego de obtenida la tormenta de diseño, para esta cuenca es necesario separar, la parte de la precipitación que genera escurrimiento directo y utilizar ese valor en el balance de volúmenes, para conocer si el volumen de revancha de los cuerpos es capaz o no de almacenar el volumen generado por la tormenta.

Para esto se aplica el Método del SCS, primeramente, es necesario obtener un valor de CN para cada uno de los subsistemas que compone el SH5.

	USO DE SUELO	CN	Área [m ²]	Área [%]	CN pond	CN II final	CN III final	CN I final
SH 3	Cuerpos de agua	100	321.640,0	17%	17	42	62	23
	Praderas	30	1.522.451,9	83%	25			

Con estos valores de CN, se aplican las fórmulas del Método del SCS para obtener el valor de Q que representa el escurrimiento directo generado por la tormenta:

	VARIABLES DEL SCS	[pulg]	[mm]	[m]	ÁREA DEL SUBSISTEMA [m ²]	VOLUMEN DE LLUVIA [m ³]
1	Precipitación (P)	5,20	132,12	0,1321	1.844.092	60.704
	Retención Potencial Máxima (S)	6,00	152,51	0,1525		
	Escurrecimiento (Q)	1,30	32,92	0,0329		

12.2.5.3 Caudal de diseño

En este caso, por las características del sistema definido, ya que se trata de un sistema hidrológico con una gran cantidad de cuerpos de agua, el procedimiento consistió en sub dividir el sistema en sistemas de menor tamaño, en los cuales se definió el volumen de agua depositada en el cuerpo y adoptando una altura de revancha de 0,5m, se realizó un balance de volúmenes en cada una de los subsistemas, analizando si el volumen extra generado por la lluvia de diseño podía contenerse en ese volumen de revancha o se generaba un caudal a la salida de la misma que se debía descargar.

Subsistema Hidrológico	Características del SH5	
1	Área del sistema hidrológico [m ²]	1.844.091,9
	Área de los cuerpos de agua [m ²]	321.640,0
	Altura media de los cuerpos de agua [m ²]	1,0
	Volumen de los cuerpos de agua [m ³]	321.640,0
	Área disponible para almacenamiento [m ²]	678.332,0
	ΔH [m]	0,5
	Volumen disponible para almacenar [m ³]	178.346,0

SUB-SISTEMAS COMPONENTES DEL SH-5

Subsistema Hidrológico	Valores resultantes del balance de volúmenes	
5	Volumen generado de lluvia [m3]	60.704,0
	Volumen disponible para que se deposite [m3]	178.346,0
	Volumen sobrante [m3]	0

Finalmente, el volumen sobrante total de todos los subsistemas hidrológicos da cero, ya que, el volumen disponible para almacenar en los cuerpos de agua tiene la suficiente capacidad para recibir el volumen extra generado por la tormenta de diseño elegida.

Con este valor de volumen obtenido, y dividiéndolo por la duración de la tormenta, se obtiene el caudal generado por la totalidad del sistema hidrológico 5:

$$q_{SH5} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.3 Anexos Cálculos hidráulicos

12.3.1 Alcantarilla RP N°43 – Progresiva 964,50 m

Alcantarilla O-41211-I

Q diseño = 0,60 m³/s

H = 0,75 m

L = 1,00 m

J = 19,00 m

Pendiente = 0,00%

Tapada = 1,01 m

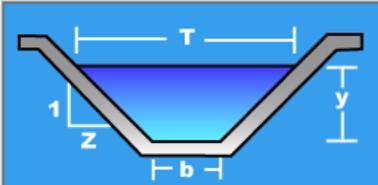
DATOS DE DESCARGA		
Método		Min - Med - Max
Caudal Mínimo	m ³ /s	0
Caudal de Diseño	m ³ /s	0,6
Caudal Máximo	m ³ /s	2
DATOS DE CANAL		
Tipo de canal		Trapezoidal
Ancho inferior	m	1,2
Talud (H:V)		1
Pendiente del canal	m/m	0,001
Coef. De Mannign		0,035
Elevación del canal	m	59,45
DATOS DEL CAMINO		
Forma del perfil del camino		Elevación constante
Primera estación del camino	m	0
Longitud transversal de la cresta	m	20
Elevación de la rasante	m	61,31
Tipo de superficie		Asfalto
Ancho de la calzada	m	19
DATOS DE LA ALCANTARILLA		
Alcantarilla adoptada		O-41211-I
Nombre		Prog. 964,5
Tipo de sección		Rectangular
Material		Hormigón
Diámetro/ancho	mm	1000
Alto	mm	750
Profundidad de incrustación de la alcantarilla	m	0
Coeficiente de Manning		0,016
Tipo de alcantarilla		Recta
Configuración de entrada		Aletas 1:1 (ke =0,2)
Depresión de entrada?		No

DATOS DEL SITIO		
Opción de entrada de datos de sitio		
Progresiva en la entrada	m	0
Elevación de la entrada	m	59,45
Progresiva en la salida	m	19
Elevación en la salida	m	59,45
Numero de barriles	m	1
Pendiente de la alcantarilla	m/m	0,00

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



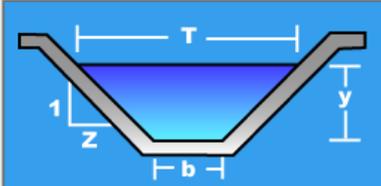
Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
 Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
 Tipo de flujo:

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):

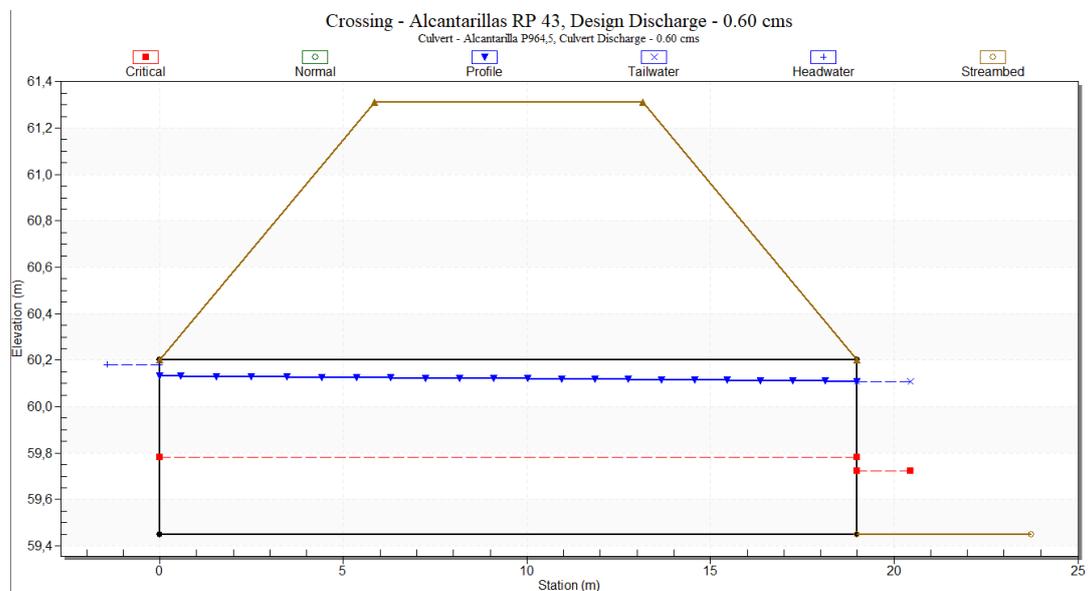


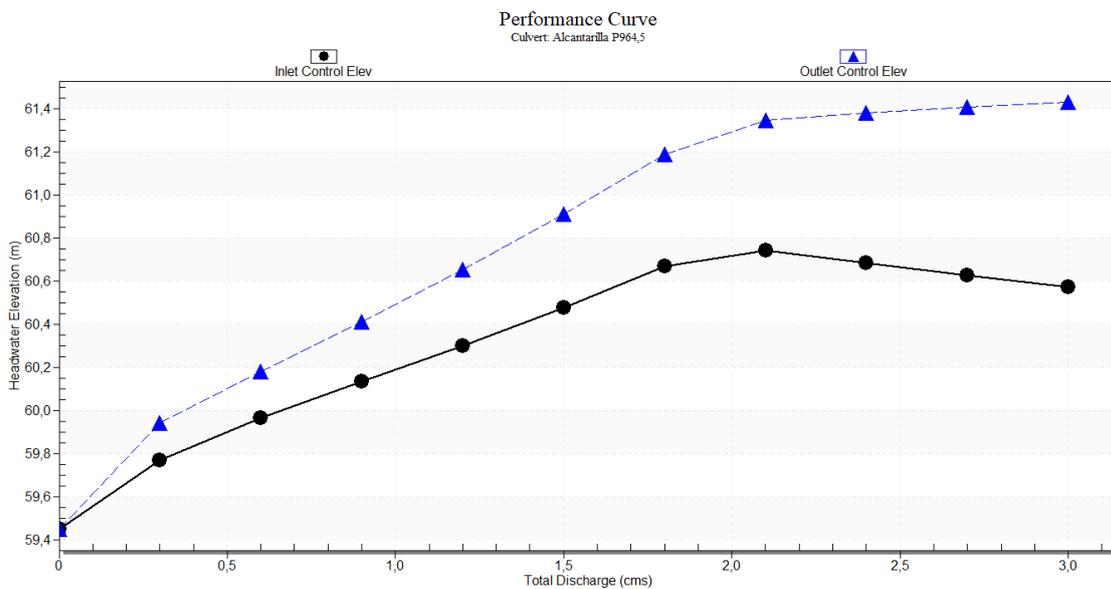
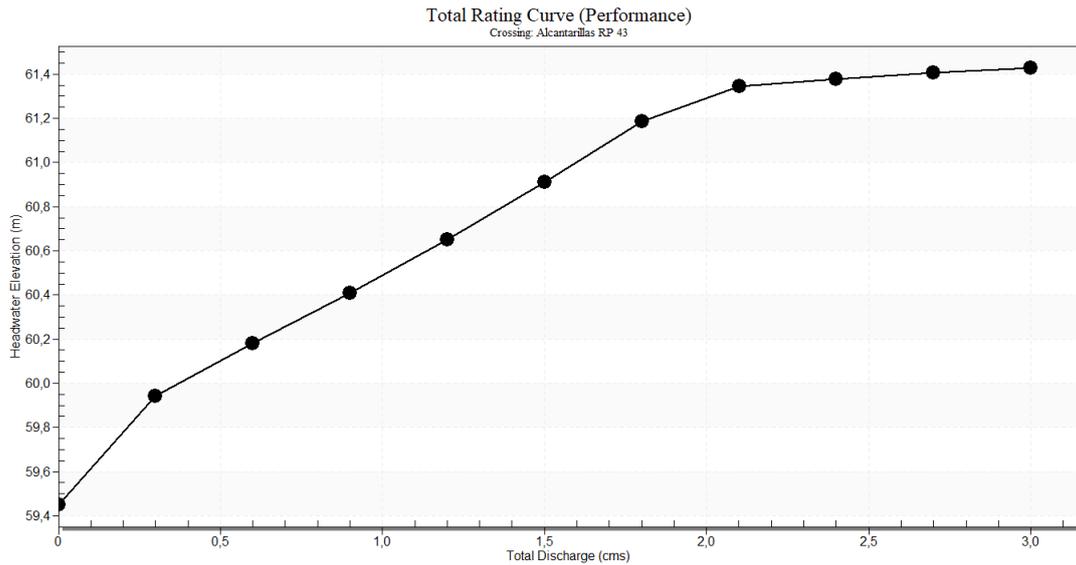
Resultados:

Tirante crítico (y): m Perímetro (p): m
 Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Alcantarilla P964,5 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
59.45	0.00	0.00	0.00	1
59.94	0.30	0.30	0.00	1
60.18	0.60	0.60	0.00	1
60.41	0.90	0.90	0.00	1
60.65	1.20	1.20	0.00	1
60.91	1.50	1.50	0.00	1
61.19	1.80	1.80	0.00	1
61.34	2.10	1.90	0.20	12
61.38	2.40	1.82	0.58	6
61.40	2.70	1.74	0.96	6
61.43	3.00	1.65	1.35	5
61.31	1.93	1.93	0.00	Overtopping

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	59.45	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.12	0.12	59.74	0.17	0.29	7-H2t	NA	0.11	0.27	0.27	0.45	0.31
0.24	0.24	59.88	0.27	0.43	7-H2t	NA	0.18	0.40	0.40	0.61	0.38
0.36	0.36	59.99	0.36	0.54	7-H2t	NA	0.24	0.50	0.50	0.72	0.43
0.48	0.48	60.09	0.44	0.64	7-H2t	NA	0.29	0.58	0.58	0.82	0.46
0.60	0.60	60.18	0.51	0.73	7-H2t	NA	0.33	0.66	0.66	0.91	0.49
0.72	0.72	60.26	0.58	0.81	7-H2t	NA	0.38	0.73	0.73	0.99	0.51
0.84	0.84	60.36	0.65	0.91	4-FFF	NA	0.42	0.75	0.79	1.12	0.54
0.96	0.96	60.46	0.72	1.01	4-FFF	NA	0.45	0.75	0.85	1.28	0.56
1.08	1.08	60.55	0.78	1.10	4-FFF	NA	0.49	0.75	0.90	1.44	0.57
1.20	1.20	60.65	0.85	1.20	4-FFF	NA	0.53	0.75	0.95	1.60	0.59





12.3.2 Alcantarilla RP N°43 – Progresiva 8.576,39 m

Alcantarilla O-41211-I

Q diseño = 0,80 m³/s

H = 1,00 m

L = 1,00 m

J = 19,00 m

Pendiente = 0,00%

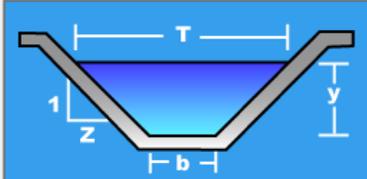
Tapada = 0,81 m

DATOS DE DESCARGA		
Método		Min - Med - Max
Caudal Mínimo	m ³ /s	0
Caudal de Diseño	m ³ /s	0,8
Caudal Máximo	m ³ /s	2
DATOS DE CANAL		
Tipo de canal		Trapezoidal
Ancho inferior	m	1,2
Talud (H:V)		1
Pendiente del canal	m/m	0,001
Coef. De Mannign		0,035
Elevación del canal	m	58,85
DATOS DEL CAMINO		
Forma del perfil del camino		Elevación constante
Primera estación del camino	m	0
Longitud transversal de la cresta	m	20
Elevación de la rasante	m	60,76
Tipo de superficie		Asfalto
Ancho de la calzada	m	19
DATOS DE LA ALCANTARILLA		
Alcantarilla adoptada		O-41211-I
Nombre		Prog. 8.576,39
Tipo de sección		Rectangular
Material		Hormigón
Diámetro/ancho	mm	1000
Alto	mm	1000
Profundidad de incrustación de la alcantarilla	m	0
Coefficiente de Manning		0,016
Tipo de alcantarilla		Recta
Configuración de entrada		Aletas 1:1 (ke =0,2)
Depresión de entrada?		No
DATOS DEL SITIO		
Opción de entrada de datos de sitio		
Progresiva en la entrada	m	0
Elevación de la entrada	m	58,85
Progresiva en la salida	m	19
Elevación en la salida	m	58,85
Numero de barriles	m	1
Pendiente de la alcantarilla	m/m	0

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



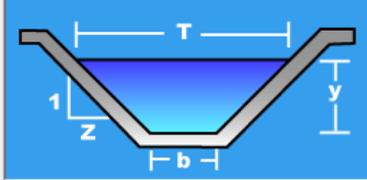
Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
 Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
 Tipo de flujo:

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):

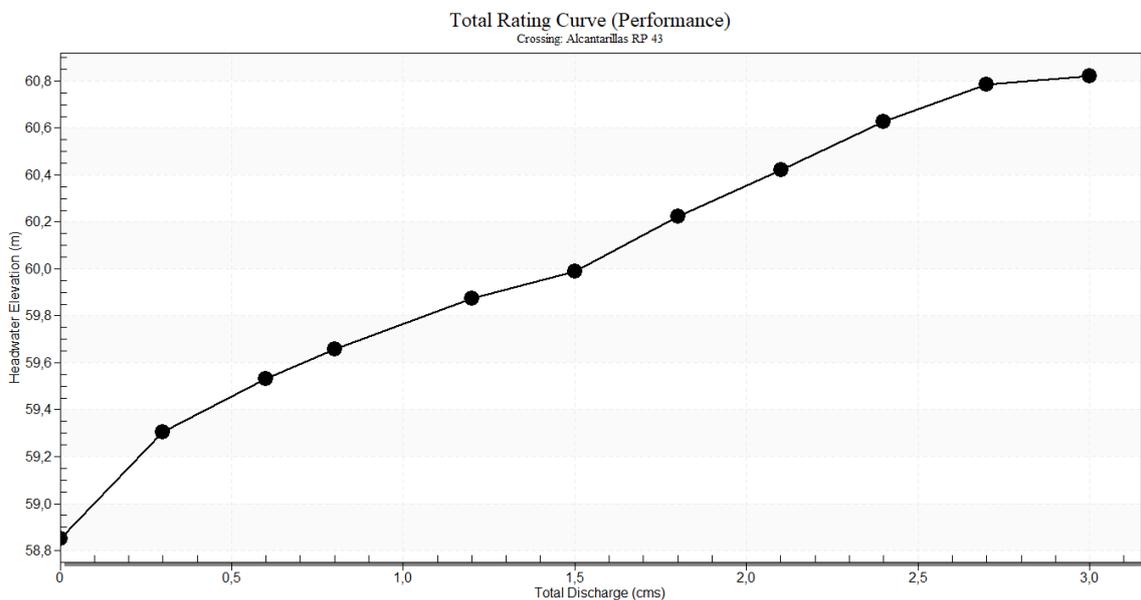
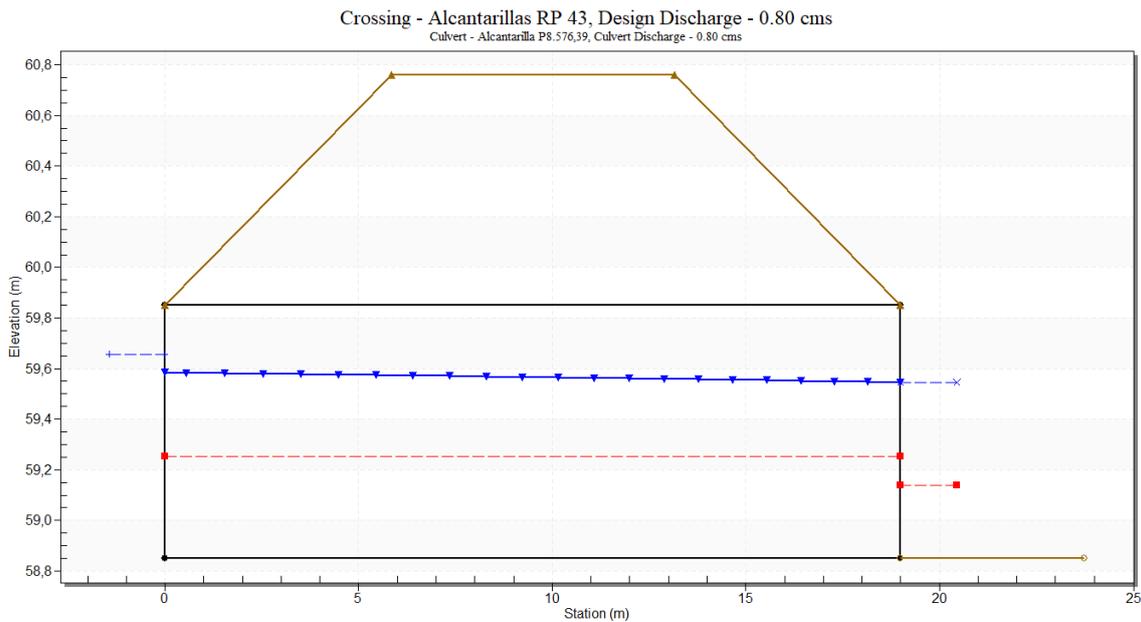


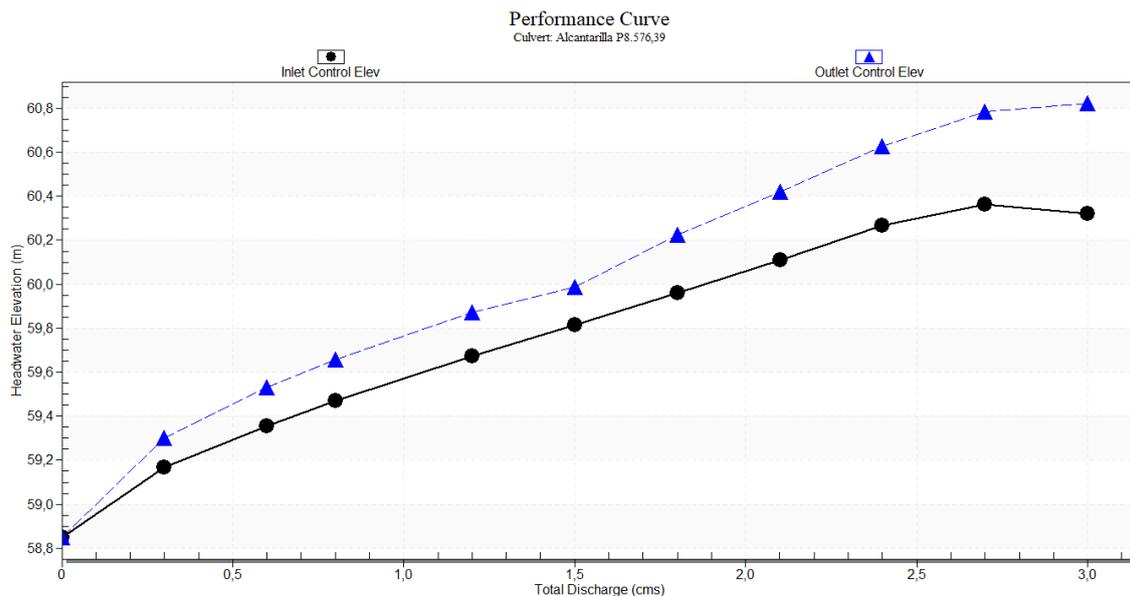
Resultados:

Tirante crítico (y): m Perímetro (p): m
 Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Alcantarilla P964,5 Discharge	Roadway Discharge (cms)	Iterations
58.85	0.00	0.00	0.00	1
59.34	0.30	0.30	0.00	1
59.58	0.60	0.60	0.00	1
59.71	0.80	0.80	0.00	1
59.93	1.20	1.20	0.00	1
60.12	1.50	1.50	0.00	1
60.31	1.80	1.80	0.00	1
60.51	2.10	2.10	0.00	1
60.72	2.40	2.40	0.00	1
60.80	2.70	2.40	0.30	9
60.84	3.00	2.30	0.69	6
60.76	2.45	2.45	0.00	Overtopping

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	58.85	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	0.30	59.30	0.32	0.45	7-H2t	NA	0.21	0.40	0.40	0.75	0.39
0.60	0.60	59.53	0.51	0.68	7-H2t	NA	0.33	0.59	0.59	1.01	0.48
0.80	0.80	59.66	0.62	0.81	7-H2t	NA	0.40	0.70	0.70	1.15	0.52
1.20	1.20	59.87	0.82	1.02	7-H2t	NA	0.53	0.87	0.87	1.38	0.58
1.50	1.50	59.99	0.97	1.14	7-H2t	NA	0.61	0.98	0.98	1.53	0.62
1.80	1.80	60.22	1.11	1.37	4-FFF	NA	0.69	1.00	1.08	1.80	0.65
2.10	2.10	60.42	1.26	1.57	4-FFF	NA	0.77	1.00	1.17	2.10	0.68
2.40	2.40	60.63	1.42	1.78	4-FFF	NA	0.84	1.00	1.25	2.40	0.70
2.70	2.58	60.78	1.51	1.93	4-FFF	NA	0.88	1.00	1.33	2.58	0.72
3.00	2.50	60.82	1.47	1.97	4-FFF	NA	0.86	1.00	1.40	2.50	0.74





12.3.3 Alcantarilla RP N°99 – Progresiva 1.730,00 m

Alcantarilla O-41211-I

Q diseño = 0,20 m³/s

H = 0,75 m

L = 1,00 m

J = 19,00 m

Pendiente = 0,00%

Tapada = 0,81 m

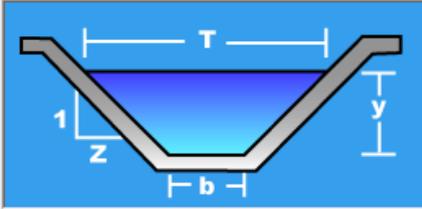
DATOS DE DESCARGA		
Método		Min - Med - Max
Caudal Mínimo	m ³ /s	0
Caudal de Diseño	m ³ /s	0,8
Caudal Máximo	m ³ /s	2
DATOS DE CANAL		
Tipo de canal		Trapezoidal
Ancho inferior	m	1,2
Talud (H:V)		1
Pendiente del canal	m/m	0,001
Coef. De Mannign		0,035
Elevación del canal	m	58,85
DATOS DEL CAMINO		

Forma del perfil del camino		Elevación constante
Primera estación del camino	m	0
Longitud transversal de la cresta	m	20
Elevación de la rasante	m	60,76
Tipo de superficie		Asfalto
Ancho de la calzada	m	19

DATOS DE LA ALCANTARILLA		
Alcantarilla adoptada		O-41211-I
Nombre		Prog. 1.730,00
Tipo de sección		Rectangular
Material		Hormigón
Diámetro/ancho	mm	1000
Alto	mm	1000
Profundidad de incrustación de la alcantarilla	m	0
Coefficiente de Manning		0,016
Tipo de alcantarilla		Recta
Configuración de entrada		Aletas 1:1 (ke =0,2)
Depresión de entrada?		No

DATOS DEL SITIO		
Opción de entrada de datos de sitio		
Progresiva en la entrada	m	0
Elevación de la entrada	m	58,85
Progresiva en la salida	m	19
Elevación en la salida	m	58,85
Numero de barriles	m	1
Pendiente de la alcantarilla	m/m	0

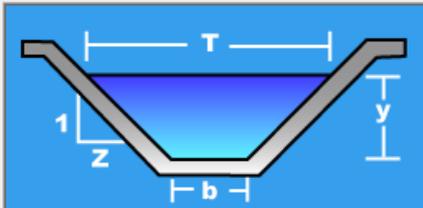
<p>Lugar: <input type="text" value="Progresiva 1.730,00"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="RP N°99"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="Trabajo Final"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="Hierbas y piedras"/></p>
---	--

<p>Datos:</p> <p>Caudal (Q): <input type="text" value="0.2"/> m³/s</p> <p>Ancho de solera (b): <input type="text" value="1.2"/> m</p> <p>Talud (Z): <input type="text" value="1"/></p> <p>Rugosidad (n): <input type="text" value="0.035"/></p> <p>Pendiente (S): <input type="text" value="0.001"/> m/m</p>	
--	--

<p>Resultados:</p> <p>Tirante normal (y): <input type="text" value="0.3569"/> m</p> <p>Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.5556"/> m²</p> <p>Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.9137"/> m</p> <p>Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2133"/></p> <p>Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/></p>	<p>Perímetro (p): <input type="text" value="2.2094"/> m</p> <p>Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2515"/> m</p> <p>Velocidad (v): <input type="text" value="0.3600"/> m/s</p> <p>Energía específica (E): <input type="text" value="0.3635"/> m-Kg/Kg</p>
--	---

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

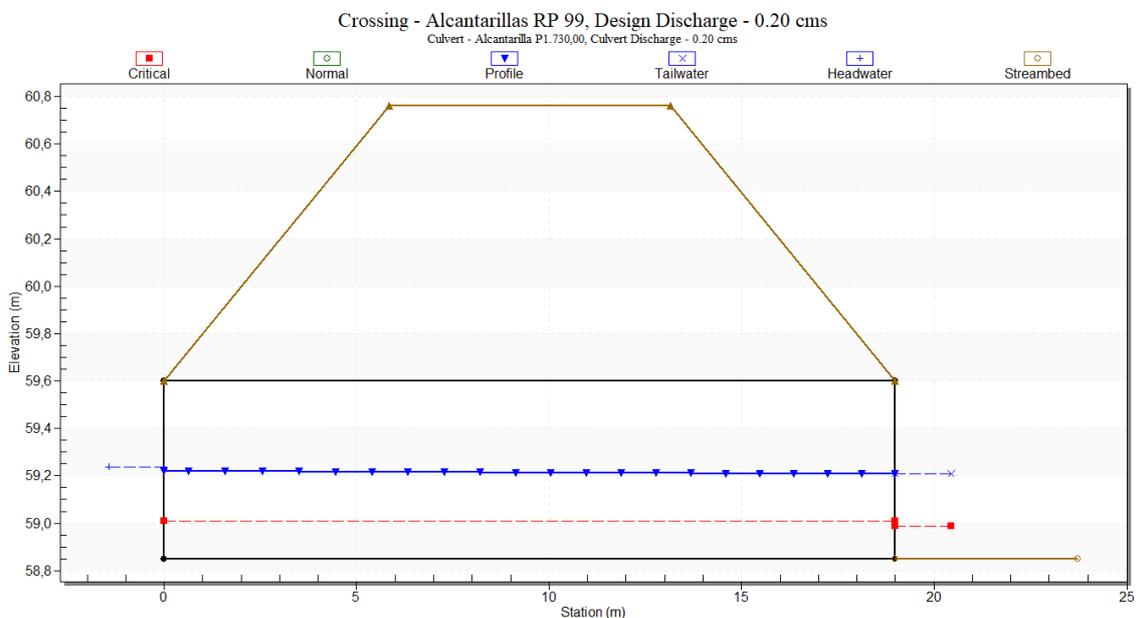
<p>Lugar: <input type="text" value="Progresiva 1.730,00"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="RP N°99"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="Trabajo Final"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="Hierbas y piedras"/></p>
---	--

<p>Datos:</p> <p>Caudal (Q): <input type="text" value="0.2"/> m³/s</p> <p>Ancho de solera (b): <input type="text" value="1.2"/> m</p> <p>Talud (Z): <input type="text" value="1"/></p>	
--	--

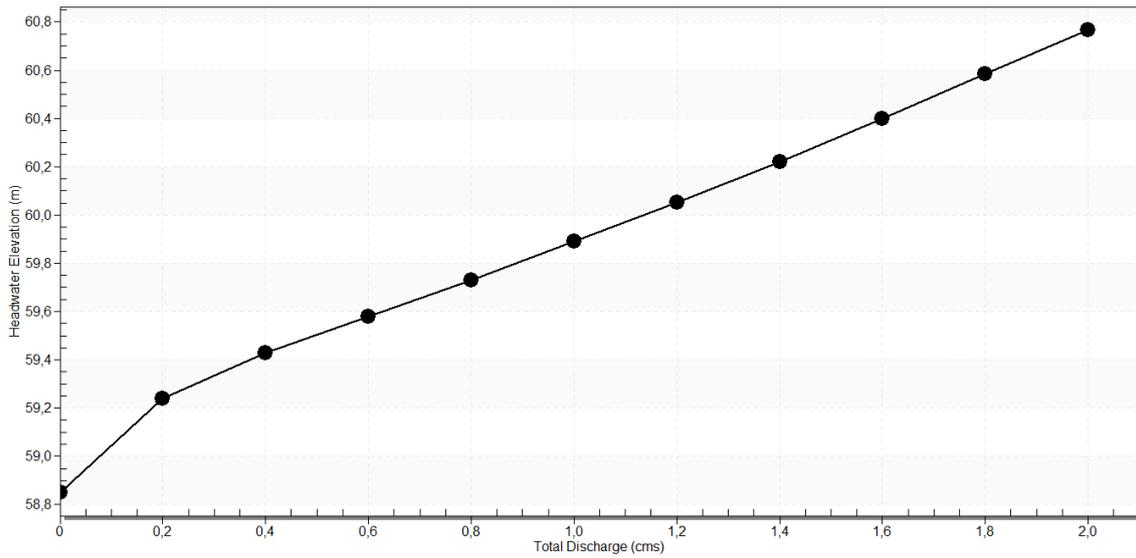
<p>Resultados:</p> <p>Tirante crítico (y): <input type="text" value="0.1361"/> m</p> <p>Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.1818"/> m²</p> <p>Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.4721"/> m</p> <p>Número de Froude (F): <input type="text" value="1.0000"/></p>	<p>Perímetro (p): <input type="text" value="1.5848"/> m</p> <p>Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1147"/> m</p> <p>Velocidad (v): <input type="text" value="1.1002"/> m/s</p> <p>Energía específica (E): <input type="text" value="0.1978"/> m-Kg/Kg</p>
---	---

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Alcantarilla P1.730,00 Discharge	Roadway Discharge (cms)	Iterations
58.85	0.00	0.00	0.00	1
59.24	0.20	0.20	0.00	1
59.43	0.40	0.40	0.00	1
59.58	0.60	0.60	0.00	1
59.73	0.80	0.80	0.00	1
59.89	1.00	1.00	0.00	1
60.05	1.20	1.20	0.00	1
60.22	1.40	1.40	0.00	1
60.40	1.60	1.60	0.00	1
60.59	1.80	1.80	0.00	1
60.77	2.00	1.98	0.02	21
60.76	1.98	1.98	0.00	Overtopping

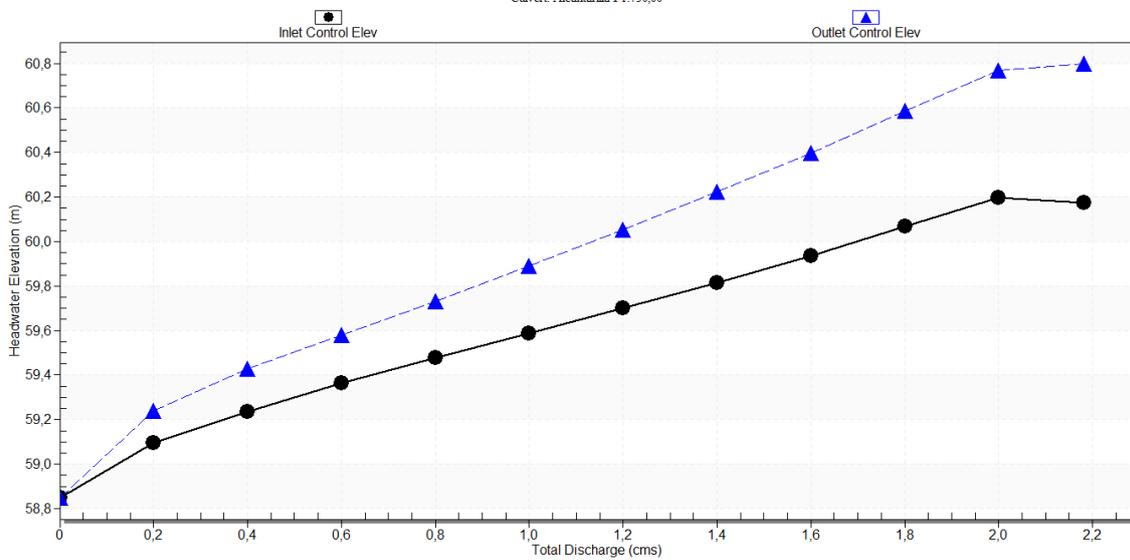
Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	58.85	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.20	59.24	0.24	0.39	7-H2t	NA	0.16	0.36	0.36	0.56	0.36
0.40	0.40	59.43	0.39	0.58	7-H2t	NA	0.25	0.53	0.53	0.76	0.44
0.60	0.60	59.58	0.51	0.73	7-H2t	NA	0.33	0.66	0.66	0.91	0.49
0.80	0.80	59.73	0.63	0.88	4-FFF	NA	0.40	0.75	0.77	1.07	0.53
1.00	1.00	59.89	0.74	1.04	4-FFF	NA	0.47	0.75	0.86	1.33	0.56
1.20	1.20	60.05	0.85	1.20	4-FFF	NA	0.53	0.75	0.95	1.60	0.59
1.40	1.40	60.22	0.96	1.37	4-FFF	NA	0.58	0.75	1.03	1.87	0.61
1.60	1.60	60.40	1.09	1.55	4-FFF	NA	0.64	0.75	1.10	2.13	0.63
1.80	1.80	60.59	1.22	1.74	4-FFF	NA	0.69	0.75	1.17	2.40	0.65
2.00	1.98	60.77	1.35	1.92	4-FFF	NA	0.74	0.75	1.23	2.64	0.67



Total Rating Curve (Performance)
 Crossing: Alcantarillas RP 99



Performance Curve
 Culvert: Alcantarilla P1.730,00



12.4 Anexos del diseño de la red vial

12.4.1 Cálculo del paquete estructural de la RP N°43 según Método AASHTO

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
80 % $Z_r = -0.841$ So 0.49

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 4.5 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
Mr 6300 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 8563294**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 4.41

Observaciones

Calcular Salir

12.4.2 Cálculo del paquete estructural de la banquina de la RP N°43 según Método AASHTO

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
80 % $Z_r = -0.841$ So = 0.49

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial = 4.5 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante
Mr = 6300 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	<input type="text"/>	Coficiente de transmisión de carga - (J)	<input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	<input type="text"/>	Coficiente de drenaje - (Cd)	<input type="text"/>

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 =**
 Calcular W18

Número Estructural
SN =

Observaciones

Calcular **Salir**

12.4.3 Cálculo del paquete estructural de la RP N°99 según Método AASHTO

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
75 % $Z_r = -0.674$ So 0.39

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo de reacción de la subrasante
k 42 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	3733707.5	Coefficiente de transmisión de carga - (J)	2.7
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	651	Coefficiente de drenaje - (Cd)	1.1

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 = 1996350**
 Calcular W18

Espesor de losa (plg)
D = 7.00

Observaciones

Calcular Salir

12.4.4 Cálculo del paquete estructural de la RP N°99 según Método PCA

Datos de Proyecto	
Obra:	Ruta Provincial N°99
Categoría:	Ruta
Comitente:	Dirección de Vialidad Provincial
Ubicación:	Corrientes - Argentina
Longitud:	4,5 km
Periodo de diseño:	25 años
Descripción:	

Datos de Diseño	
Tránsito	
Tránsito pesado medio diario anual:	304 VP/día
Tasa de crecimiento:	3%
Coef. Distr. por sentido de circulación:	50%
Coef. Distr. por carril:	100%
Total vehículos pesados en carril de diseño:	2.061.369 VP
Total ejes equivalentes 8,2tn (AASHTO):	3.954.430 (Con espesor de 21,9 cm)
Estructura	
k combinado subrasante-base:	122 MPa/m
Resist. a flexión del hormigón:	3,0 MPa
Factor de seguridad de cargas:	1,0
Juntas transversales con pasadores:	SI
Banquina de hormigón vinculada:	SI
Verificación	
Modelo de fatiga:	PCA '84
Espesor de diseño:	21,9 cm
	Consumo por Fatiga: 96%
	Consumo por Erosión: 0%

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Hoja 2/3

Espectro de cargas utilizado en los cálculos

CONFIGURACION DE CARGAS POR EJE					
Ejes por cada 1000 Vehículos Pesados					
(excluyendo todos los vehículos de 2 ejes-4 cubiertas)					
Ejes simples		Ejes Dobles		Ejes Triples	
Cargas (tn)	Cantidad de Ejes	Cargas (tn)	Cantidad de Ejes	Cargas (tn)	Cantidad de Ejes
7	122,0	20	122,0	0	0,0
12	364,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total simples:	486	Total dobles:	122,0	Total triples:	0

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Detalle consumos de Fatiga y Erosión por eje

Hoja 3/3

	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
Ejes simples	6,6	6,6	251487	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	11,6	11,6	750338	780554	96,1%	Ilimitado	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ES	96,1%	Total ES	0,00%

Ejes dobles	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	19,8	19,8	251487	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
Total ED				0,0%	Total ED		0,00%

Ejes triples	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	
0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%	

Total ET	0,0%	Total ET	0,00%
----------	------	----------	-------

TOTALES	FATIGA: 96,1%	EROSIÓN: 0,0%
----------------	----------------------	----------------------

12.5 Planos

12.5.1 Plano 1: Localización del proyecto

12.5.2 Plano 2: Mapa hidrodinámico con zonas de interés marcadas

12.5.3 Plano 3: Delimitación de subsistemas hidrológicos

12.5.4 Plano 4: Subsistemas Hidrológicos

12.5.5 Plano 5: Subsistema Hidrológico 1

12.5.6 Plano 6: Subsistema Hidrológico 2

12.5.7 Plano 7: Subsistema Hidrológico 3

12.5.8 Plano 8: Subsistema Hidrológico 4

12.5.9 Plano 9: Subsistema Hidrológico 5

12.5.10 Plano 10: Subsistema Hidrológico RN N°12

12.5.11 Plano 11: Alcantarilla O – 41211 – I (DNV)

12.5.12 Plano 12: Alcantarillado del proyecto

12.5.13 Plano 13: Paquete estructural RP N°43

12.5.14 Plano 14: Planialtimetría RP N°43

12.5.15 Plano 15: Paquete estructural RP N°99

12.5.16 Plano 16: Planialtimetría RP N°99

12.5.17 Plano 17: Interseccion RP N°43 con RP N°99

12.5.18 Plano 18: Interseccion RP N°99 con RP N°5

12.5.19 Plano 19: Señalización horizontal prog. 2+618 m

12.6 Anexo Cómputo y Presupuesto

N° ITEMS	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO COTIZADO (\$)		IMPORTE PARCIAL
				EN LETRAS	EN NUMEROS	
RUTA PROVINCIAL N°43						
1 MOVIMIENTO DE SUELOS DE RP N°43						
1.1	Desbosque, destronque y limpieza del terreno	ha	3,64	UN MILLON SEISCIENTOS CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO CON 33/100	\$ 1.604.298,33	\$ 5.839.645,92
1.2	Terraplén con compactación Especial	m3	10.328,50	TRES MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO CON 89/100	\$ 3.835,89	\$ 39.618.989,87
1.3	Excavación no Clasificada a depósito	m3	13.058,50	DOS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y TRES CON 68/100	\$ 2.673,68	\$ 34.914.250,28
1.4	Perfilado de cunetas	m	18.200,00	NOVECIENTOS SIETE CON 85/100	\$ 907,85	\$ 16.522.870,00
2 OBRAS DE ARTE DE RP N°43						
2.1	Hormigón de piedra armado clase H-25, excluida armadura	m3	103,50	CIENTO SETENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CINCO CON 55/100	\$ 177.505,55	\$ 18.371.824,43
2.2	Acero especial en barras , ADN-420.COLOCADO	tn	0,93	UN MILLON TRESCIENTOS UN MIL SETECIENTOS VEINTINUEVE CON 86/100	\$ 1.301.729,86	\$ 1.210.608,77
2.3	Excavación para fundaciones de obras de arte	m3	73,44	SIETE MIL DOSCIENTOS SETENTA CON 10/100	\$ 7.270,10	\$ 533.916,14
3 PAQUETE ESTRUCTURAL DE RP N°43						
3.1	Construcción de Base Estabilizada Granular, e= 0,20m	m3	2.002,00	TREINTA Y SEIS MIL CINCUENTA Y UNO CON 86/100	\$ 36.051,86	\$ 72.175.823,72
3.2	Riego de Liga	m2	74.620,00	DOSCIENTOS SETENTA Y UNO CON 25/100	\$ 271,25	\$ 20.240.675,00
3.3	Construcción de Base de C.A e= 0,12m	m2	37.310,00	DIECISIETE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE CON 46/100	\$ 17.847,46	\$ 665.888.732,60
3.4	Construcción de Carpeta de Rodamiento de C.A e= 0,04m	m2	103.740,00	NUEVE MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES CON 11/100	\$ 9.463,11	\$ 981.703.031,40
4 RETIROS Y DEMOLICIONES DE RP N°43						
4.1	Demolición de Alcantarillas	Un	5,00	CIENTO SIETE MIL TRESCIENTOS OCHENTA CON 49/100	\$ 107.380,49	\$ 536.902,45
4.2	Demolición de Pavimento	m2	90,00	NUEVE MIL SETECIENTOS OCHO CON 07/100	\$ 9.708,07	\$ 873.726,30
5 SEÑALIZACIÓN DE RP N°43						
5.1	Señalización horizontal por extrusión	m2	5.815,20	CATORCE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE CON 83/100	\$ 14.969,83	\$ 87.052.555,42
5.2	Líneas auxiliares para reducción de velocidad	m2	65,70	DIECISEIS MIL NOVECIENTOS VEINTIDOS CON 78/100	\$ 16.922,78	\$ 1.111.826,65
5.3	Provisión y colocación de señales verticales de un poste	m2	54,36	CIENTO SESENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO CON 78/100	\$ 162.654,78	\$ 8.841.913,84
5.4	Provisión y colocación de señales verticales de dos postes	m2	2,88	CIENTO NOVENTA MIL OCHOCIENTOS TRECE CON 48/100	\$ 190.813,48	\$ 549.542,82
6 ILUMINACIÓN DE RP N°43						
6.1	Columna de 12 metros de altura libre, con brazo simple de 1,50 metros, y una luminaria LED de 150 watts. Incluye tendido y fundación	Un	117,00	UN MILLON SEISCIENTOS TREINTA MIL QUINIENTOS VEINTINUEVE CON 81/100	\$ 1.630.529,81	\$ 190.771.987,77
6.2	Tablero para conexión Iluminación. Incluye conexión con alimentación existente	Un	2,00	UN MILLON DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS ONCE CON 82/100	\$ 1.265.811,82	\$ 2.531.623,64
7 VARIOS						
7.1	Refugio peatonal	Un	9,00	UN MILLON TRESCIENTOS DIECISIETE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO CON 61/100	\$ 1.317.265,61	\$ 11.855.390,49
PRECIO PARCIAL :						\$ 2.204.706.164,00
RUTA PROVINCIAL N°99						
8 MOVIMIENTO DE SUELOS DE RP N°99						
8.1	Desbosque, destronque y limpieza del terreno	ha	1,33	UN MILLON DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO CON 04/100	\$ 1.255.434,04	\$ 1.668.471,84
8.2	Terraplén con compactación Especial	m3	21.264,00	MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO CON 88/100	\$ 1.998,88	\$ 42.504.184,32
8.3	Excavación no Clasificada a depósito	m3	10.632,00	NOVECIENTOS TREINTA Y OCHO CON 25/100	\$ 938,25	\$ 9.975.474,00
8.4	Perfilado de cunetas	m	8.860,00	NOVECIENTOS SIETE CON 23/100	\$ 907,23	\$ 8.038.057,80
9 OBRAS DE ARTE DE RP N°99						
9.1	Hormigón de piedra armado clase H-25, excluida armadura	m3	25,40	CIENTO SETENTA Y DOS MIL CIENTO VEINTIDOS CON 05/100	\$ 172.122,05	\$ 4.371.900,07
9.2	Acero especial en barras , ADN-420.COLOCADO	tn	0,23	UN MILLON SETECIENTOS DIECISEIS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y DOS CON 86/100	\$ 1.716.362,86	\$ 394.763,46
9.3	Excavación para fundaciones de obras de arte	m3	24,48	DIEZ MIL NOVECIENTOS CINCO CON 14/100	\$ 10.905,14	\$ 266.957,83

N° ITEMS	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO COTIZADO (\$)		IMPORTE PARCIAL
				EN LETRAS	EN NUMEROS	
10 PAQUETE ESTRUCTURAL DE RP N°99						
10.1	Calzada de Hormigon H-30 en 0,22m de espesor	m2	7.796,80	VEINTITRES MIL QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO CON 33/100	\$ 23.574,33	\$ 183.804.336,14
10.2	Base de Suelo Cemento AL 7% en 0,20m de espesor	m3	7.088,00	DIECIOCHO MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES CON 94/100	\$ 18.493,94	\$ 131.085.046,72
11 RETIROS Y DEMOLICIONES DE RP N°99						
11.1	Demolición de Alcantarillas	Un	1,00	DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UNO CON 20/100	\$ 268.451,20	\$ 268.451,20
12 SEÑALIZACIÓN DE RP N°99						
12.1	Señalización horizontal por extrusión	m2	2.701,20	QUINCE MIL CIENTO CINCUENTA Y DOS CON 01/100	\$ 15.152,01	\$ 40.928.609,41
12.2	Líneas auxiliares para reducción de velocidad	m2	8,80	TREINTA Y UN MIL DIECINUEVE CON 88/100	\$ 31.019,88	\$ 272.974,94
12.3	Provisión y colocación de señales verticales de un poste	m2	21,56	CIENTO SESENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS CON 11/100	\$ 165.552,11	\$ 3.569.303,49
12.4	Provisión y colocación de señales verticales de dos postes	m2	11,52	DOSCIENTOS MIL QUINIENTOS OCHO CON 17/100	\$ 200.508,17	\$ 2.309.854,12
13 ILUMINACIÓN DE RP N°99						
13.1	Columna de 9,00 metros de altura libre, con brazo simple de 1,50 metros, y una luminaria LED de 180 wats. Incluye tendido y fundación	Un	20,00	UN MILLON SEISCIENTOS DOCE MIL TRESCIENTOS CON 99/100	\$ 1.612.300,99	\$ 32.246.019,80
13.2	Tablero para conexión Iluminación. Incluye conexión con alimentación existente	Un	1,00	UN MILLON DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS ONCE CON 82/100	\$ 1.265.811,82	\$ 1.265.811,82
GLOBAL						
14 MOVILIZACIÓN DE OBRA						
14.1	Movilización de Obra	GI	1,00	CINCUENTA Y DOS MILLONES CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS VEINTIUNO CON 09/100	\$ 52.482.321,09	\$ 52.482.321,09
	PRECIO PARCIAL :					\$ 471.892.211,55
PRECIO TOTAL :						\$ 2.676.598.375,55
Valor Dólar Oficial (26/06/2023) :						\$ 252,50
PRECIO EN DOLARES :						U\$D 10.600.389,61

Importa el presente proyecto la suma de pesos: DOS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS MILLONES QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO PESOS CON 55/100 .-

I).- MANO DE OBRA

MES ESCALA SALARIAL: jun-2023

AYUDANTE	\$ 759,00	MEDIO OFICIAL	\$ 827,00	OFICIAL	\$ 897,00	OFICIAL ESPEC.	\$ 1.052,00	SERENO	\$ 137.720,00		
Liquidación		Liquidación		Liquidación		Liquidación		Liquidación			
Horas norm	176	\$ 133.584,00	Horas norm	176	\$ 145.552,00	Horas norm	176	\$ 185.152,00	Horas norm	1	\$ 137.720,00
Horas ext 50 %	20	\$ 22.770,00	Horas ext 50 %	20	\$ 24.810,00	Horas ext 50 %	20	\$ 31.560,00	Horas ext 50 %	0	\$ 0,00
Present	20%	\$ 26.716,80	Present	20%	\$ 29.110,40	Present	20%	\$ 37.030,40	Present		\$ 0,00
Extraord Remun		\$ 600,00	Extraord Remun		\$ 650,00	Extraord Remun		\$ 800,00	Extraord Remun		\$ 550,00
Total Bruto		\$ 183.670,80	Total Bruto		\$ 200.122,40	Total Bruto		\$ 254.542,40	Total Bruto		\$ 138.270,00
Contribuciones		Contribuciones		Contribuciones		Contribuciones		Contribuciones			
ART %	7,59%	\$ 13.940,61	ART %	7,59%	\$ 15.189,29	ART %	7,59%	\$ 19.319,77	ART %	7,59%	\$ 10.494,69
ART Fijo	\$ 13,89	\$ 13,89	ART Fijo	\$ 13,89	\$ 13,89	ART Fijo	\$ 13,89	\$ 13,89	ART Fijo	\$ 13,89	\$ 13,89
Fondo Desemp		\$ 22.040,50	Fondo Desemp		\$ 24.014,69	Fondo Desemp		\$ 30.545,09	Fondo Desemp		\$ 16.592,40
FSP	0,50%	\$ 918,35	FSP	0,50%	\$ 1.000,61	FSP	0,50%	\$ 1.272,71	FSP	0,50%	\$ 691,35
IERIC		\$ 440,81	IERIC		\$ 480,29	IERIC		\$ 610,90	IERIC		\$ 331,85
FICYS		\$ 440,81	FICYS		\$ 480,29	FICYS		\$ 610,90	FICYS		\$ 331,85
Contrib F931	29%	\$ 53.264,53	Contrib F931	29%	\$ 58.035,50	Contrib F931	29%	\$ 73.817,30	Contrib F931	29%	\$ 40.098,30
Previsión		Previsión		Previsión		Previsión		Previsión			
SAC	8,33%	\$ 15.299,78	SAC	8,33%	\$ 16.670,20	SAC	8,33%	\$ 21.203,38	SAC	8,33%	\$ 11.517,89
Vacaciones	5%	\$ 9.183,54	Vacaciones	5%	\$ 10.006,12	Vacaciones	5%	\$ 12.727,12	Vacaciones	5%	\$ 6.913,50
Preocupacional		\$ 3.000,00	Preocupacional		\$ 3.000,00	Preocupacional		\$ 3.000,00	Preocupacional		\$ 3.000,00
Indumentaria(pantalón, camisa,		\$ 20.000,00	Indumentaria(pantalón, cami		\$ 20.000,00	Indumentaria(pantalón, cami		\$ 20.000,00	Indumentaria(pantalón, cami		\$ 20.000,00
Costo		\$ 322.213,62	Costo		\$ 349.013,28	Costo		\$ 437.663,46	Costo		\$ 248.255,72
Costo por Hora		\$ 1.830,76	Costo por Hora		\$ 1.983,03	Costo por Hora		\$ 2.486,72	Costo por Mes		\$ 248.255,72
Costo por 9 hs/ día		\$ 16.476,83	Costo por 9 hs/ día		\$ 17.847,27	Costo por 9 hs/ día		\$ 22.380,52	Costo por 9 hs/ día		\$ 8.275,19
Aportes		Aportes		Aportes		Aportes		Aportes			
Jubilación	11%	\$ 20.203,79	Jubilación	11%	\$ 22.013,46	Jubilación	11%	\$ 27.999,66	Jubilación	11%	\$ 15.209,70
Ley 19032	3%	\$ 5.510,12	Ley 19032	3%	\$ 6.003,67	Ley 19032	3%	\$ 7.636,27	Ley 19032	3%	\$ 4.148,10
Obra Social	3%	\$ 5.510,12	Obra Social	3%	\$ 6.003,67	Obra Social	3%	\$ 7.636,27	Obra Social	3%	\$ 4.148,10
FSP	0,50%	\$ 918,35	FSP	0,50%	\$ 1.000,61	FSP	0,50%	\$ 1.272,71	FSP	0,50%	\$ 691,35
Cuota Sind	2,50%	\$ 4.591,77	Cuota Sind	2,50%	\$ 5.003,06	Cuota Sind	2,50%	\$ 6.363,56	Cuota Sind	2,50%	\$ 3.456,75
Seguro Vida		\$ 23,88	Seguro Vida		\$ 23,88	Seguro Vida		\$ 23,88	Seguro Vida		\$ 23,88
Total descuentos		\$ 36.758,04	Total descuentos		\$ 40.048,36	Total descuentos		\$ 50.932,36	Total descuentos		\$ 27.677,88
DE BOLSILLO		\$ 146.912,76	DE BOLSILLO		\$ 160.074,04	DE BOLSILLO		\$ 203.610,04	DE BOLSILLO		\$ 110.592,12

CALCULO DE JORNALES Y COEFICIENTES FIJOS: MES BASE: **jun-23**

I) MANO DE OBRA

OFICIAL ESPEC.	\$ 2.486,72 /hr x	9 hrs/dia =	\$ 22.380,52 /dia
OFICIAL	\$ 2.139,77 /hr x	9 hrs/dia =	\$ 19.257,89 /dia
MEDIO OFICIAL	\$ 1.983,03 /hr x	9 hrs/dia =	\$ 17.847,27 /dia
AYUDANTE	\$ 1.830,76 /hr x	9 hrs/dia =	\$ 16.476,83 /dia

II) AMORTIZACION E INTERESES

% CAP. x 9 Hs/d	+	% CAP. x 10 % x 9 Hs./d	
10.000 Hs.		2 x 2.000 Hs.	
0,0009	+	0,00027	= 0,00117

III) REPARACION Y REPUESTOS

75,00%	De Amortización	= 0,000675
--------	-----------------	------------

IV) COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

EQUIP. EN GENERAL	0,1	Lts/HP Hs.	9,00	Hs/d x	231,50	\$/Lts	1,20	= 250,02000
-------------------	-----	------------	------	--------	--------	--------	------	-------------

V) COEFICIENTE RESUMEN

Costo Costo		1,0000
IMPREVISTO	3%	0,0300
Gastos Generales	20,00%	0,2000
Beneficios	10,00%	0,1000
		1,3300
Gastos Financieros	9,00%	0,1197
		1,4497
I.V.A.	21,00%	0,3044
Ing. Brutos	3,85%	0,0558
		1,8099

VALOR COEFICIENTE DE RESUMEN 1,8099



ANÁLISIS DE PRECIOS

fecha:

jun-23

N° del ITEM	3.1	Construcción de Base Estabilizada Granular, e= 0,20m	CANTIDAD	2002 m3		
I) - EJECUCION						
A) - EQUIPOS						
	CANT.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO (\$)		
	1	Motoniveladora NEW HOLLAND RG170	170	59.000.000,00		
	1	Cargadora Frontal CASE W20E	145	33.750.000,00		
	1	Tractor con rastra NEW HOLLAND 8030	120	22.500.000,00		
	1	Compactador autopropulsado HAMM HD 70	75	13.441.200,00		
	0,25	Camión regador Mercedes Benz 1114	35	476.042,50		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
			545,00	129.167.242,50		
Amortización e Intereses			0,00117 Cap./dia x	129.167.242,50	\$	= \$/dia 151.125,67
Reparaciones y Repuestos			0,000675 Cap./dia x	129.167.242,50	\$	= \$/dia 87.187,89
Combustibles y Lubricantes			250,02 \$/HPdia x	545,00	HP	= \$/dia 136.260,90
SUB-TOTAL EQUIPOS						\$/dia 374.574,46
B) - M. DE OBRA						
	CATEGORIA		CANTIDAD			
		Oficial Espec.	\$ 22.380,52 /dia	2,00 N°	= \$/dia	44.761,04
		Oficial	\$ 19.257,89 /dia	4,00 N°	= \$/dia	77.031,57
		Sereno	\$ 8.275,19 /dia	1,00 N°	= \$/dia	8.275,19
		Medio Oficial	\$ 17.847,27 /dia	0,00 N°	= \$/dia	0,00
		Ayudante	\$ 16.476,83 /dia	6,00 N°	= \$/dia	98.861,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA						\$/dia 228.928,80
COSTO DIARIO EJECUCION						\$/dia 603.503,26
UNIDAD:	m3	DURAC	13 dia	RENDIMIENTO:	m3/dia	154,00
COSTO UNITARIO			603.503,26 m3/dia /	154,00 m3/dia	=\$/m3	3.918,85
II) - MATERIALES						
	DESIGNACION	C. EN OBRA	UNIDAD	U. DOSAJE	DOSAJE	
	Estabilizado granular	\$ 8.000,00	tn	tn/tn	2	16.000,00
SUB - TOTAL MATERIALES						\$/m3 16.000,00
III) - TRANSPORTE INTERNO						
	0,00	Km	x	0,076	\$/Kmm³	=\$/m3
RESUMEN						
	I) - EJECUCION				=\$/m3	3.918,85
	II) - MATERIALES				=\$/m3	16.000,00
	III) - TRANSPORTE INTERNO				=\$/m3	0,00
COSTO DIRECTO						=\$/m3 19.918,85
COEFIC. RESUMEN	1,8099					
PRECIO	1,8099	x	19.918,85	=\$/m3	=\$/m3	36.051,86
PRECIO ADOPT. POR	m3				=\$/m3	36.051,86

ANÁLISIS DE PRECIOS

fecha:

jun-23

N° del ITEM	5.3	Provisión y colocación de señales verticales de un poste		CANTIDAD	54,36 m2	
I) - EJECUCION						
A) - EQUIPOS						
	CANT.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO (\$)		
	1	Camión IVECO 170-E22 ATTACK	220	25.500.000,00		
	1	herramientas dolares	0	12.500,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
	-		0	0,00		
			220,00	25.512.500,00		
Amortización e Intereses		0,00117	Cap./dia x	25.512.500,00	\$	= \$/dia 29.849,63
Reparaciones y Repuestos		0,000675	Cap./dia x	25.512.500,00	\$	= \$/dia 17.220,94
Combustibles y Lubricantes		250,02	\$/HPdia x	220,00	HP	= \$/dia 55.004,40
SUB-TOTAL EQUIPOS						\$/dia 102.074,97
B) - M. DE OBRA						
	CATEGORIA		CANTIDAD			
		Oficial Espec.	\$ 22.380,52 /dia	0,00	N°	= \$/dia 0,00
		Oficial	\$ 19.257,89 /dia	1,00	N°	= \$/dia 19.257,89
		Sereno	\$ 8.275,19 /dia	0,00	N°	= \$/dia 0,00
		Medio Oficial	\$ 17.847,27 /dia	0,00	N°	= \$/dia 0,00
		Ayudante	\$ 16.476,83 /dia	2,00	N°	= \$/dia 32.953,67
SUB-TOTAL MANO DE OBRA						\$/dia 52.211,56
COSTO DIARIO EJECUCION						\$/dia 154.286,53
UNIDAD: m2		DURAC 7 dia		RENDIMIENTO: m2/dia		7,77
COSTO UNITARIO		154.286,53	m2/dia /	7,77	m2/dia	=\$/m2 19.867,65
II) - MATERIALES						
	DESIGNACION	C. EN OBRA	UNIDAD	U. DOSAJE	DOSAJE	
	Señalización vertical	\$ 70.000,00	UN	UN/tn	1	70.000,00
SUB - TOTAL MATERIALES						\$/m2 70.000,00
III) - TRANSPORTE INTERNO						
	0,00	Km	x	0,076	\$/Kmm³	=\$/m2
RESUMEN						
	I) - EJECUCION					=\$/m2 19.867,65
	II) - MATERIALES					=\$/m2 70.000,00
	III) - TRANSPORTE INTERNO					=\$/m2 0,00
COSTO DIRECTO						=\$/m2 89.867,65
COEFIC. RESUMEN		1,8099				
PRECIO	1,8099	x	89.867,65	=\$/m2		=\$/m2 162.654,78
PRECIO ADOPT. POR	m2					=\$/m2 162.654,78



ANÁLISIS DE PRECIOS

fecha:

jun-23

N° del ITEM	6.1	Columna de 12 metros de altura libre, con bra	CANTIDAD	117 Un
I) - EJECUCION				
A) - EQUIPOS				
	CANT.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO (\$)
	1	Retroexcavadora CASE 580	70	28.500.000,00
	1	Camión IVECO 170-E22 AT	220	25.500.000,00
	-		0	0,00
	-		0	0,00
	-		0	0,00
	-		0	0,00
	-		0	0,00
	-		0	0,00
			290,00	54.000.000,00
Amortización e Intereses		0,00117	Cap./dia x	54.000.000,00 \$ = \$/dia 63.180,00
Reparaciones y Repuestos		0,000675	Cap./dia x	54.000.000,00 \$ = \$/dia 36.450,00
Combustibles y Lubricantes		250,02	\$/HPdia x	290,00 HP = \$/dia 72.505,80
SUB-TOTAL EQUIPOS				\$/dia 172.135,80
B) - M. DE OBRA				
	CATEGORIA		CANTIDAD	
	Oficial Espec.	\$ 22.380,52 /dia	2,00 N°	= \$/dia 44.761,04
	Oficial	\$ 19.257,89 /dia	4,00 N°	= \$/dia 77.031,57
	Sereno	\$ 8.275,19 /dia	0,00 N°	= \$/dia 0,00
	Medio Oficial	\$ 17.847,27 /dia	0,00 N°	= \$/dia 0,00
	Ayudante	\$ 16.476,83 /dia	6,00 N°	= \$/dia 98.861,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				\$/dia 220.653,61
COSTO DIARIO EJECUCION				\$/dia 392.789,41
UNIDAD:	Un	DURAC	120 dia	RENDIMIENTO: Un/dia 0,98
COSTO UNITARIO		392.789,41	Un/dia /	0,98 Un/dia =\$/Un 402.860,93

II) - MATERIALES	DESIGNACION	C. EN OBRA	UNIDAD	U. DOSAJE	DOSAJE	
	COLUMNA HL 9 MTS C/SIMPLE Brazo Lb: 1,5 mts.- c/acometida sub	\$ 228.125,00	un	un/m2	1	228.125,00
	COLUMNA P/FAROLA HL 3,5 MTS	\$ 63.750,00	un	un/m2	0	0,00
	Esmalte sintetico retoques pintura	\$ 6.250,00	lts	lts/m2	0,5	3.125,00
	Tablero conexión Columna tipo SIEGEN	\$ 3.750,00	lts	lts/m2	1	3.750,00
	Int Termomag 1X5 amp	\$ 562,50	un	un/m2	1	562,50
	Luminaria LED -200 W TIPO STRAND SX 200	\$ 125.000,00	un	un/m2	1	125.000,00
	CABLE SUBTERRANEO PVC IRAM 2178 1 KV 3x1,5mm²	\$ 562,50	mts	mts/m2	12	6.750,00
	CABLE SUBTERRANEO PVC IRAM 2178 1 KV 4x4mm²	\$ 1.500,00	mts	mts/m2	18	27.000,00
	CABLE SUBTERRANEO PVC IRAM 2178 1 KV 4x6mm²	\$ 1.875,00	mts	mts/m2	18	33.750,00
	CABLE SUBTERRANEO PVC IRAM 2178 1 KV 4x10mm²	\$ 3.250,00	mts	mts/m2	4,5	14.625,00
	CABLE VN 1x16 mm²	\$ 1.500,00	mts	mts/m2	5	7.500,00
	Jabalina tipo cooperweld 5/8" x 1,5 mts	\$ 3.750,00	un	un/m2	1	3.750,00
	Grampa identacion en frio Jabalina-cable	\$ 1.562,50	un	un/m2	1	1.562,50
	Terminal identacion 16 mm cu	\$ 125,00	un	un/m2	2	250,00
	ladrillos elect.	\$ 62,50	un	un/m2	200	12.500,00
	Arena elect.	\$ 12.500,00	m3	m3/m2	0,75	9.375,00
	cinta identificacion mallada 15 cm	\$ 250,00	ml	ml/m2	50	12.500,00
	Caño PEAD 2" cl 4	\$ 375,00	ml	ml/m2	4,375	1.640,63
	Cámaras HºAº 0,50x0,50x0,60	\$ 62.500,00	un	un/m2	0,1	6.250,00
SUB - TOTAL MATERIALES						\$/Un 498.015,63

III) - TRANSPORTE INTERNO	0,00	Km	x	0,076	\$/Kmm³	=\$/Un 0,00
---------------------------	------	----	---	-------	---------	-------------

RESUMEN	I) - EJECUCION		=\$/Un	402.860,93
	II) - MATERIALES		=\$/Un	498.015,63
	III) - TRANSPORTE INTERNO		=\$/Un	0,00
COSTO DIRECTO				=\$/Un 900.876,56
PRECIO	1,8099	x	900.876,56	=\$/Un 1.630.529,81
PRECIO ADOPT. POR	Un			=\$/Un 1.630.529,81

ANÁLISIS DE PRECIOS

fecha: jun-23

N° del ITEM	6.2	Tablero para conexión Iluminación. Incluye conexión con alir				CANTIDAD	2 Un
I) - EJECUCION							
A) - EQUIPOS							
	CANT.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO (\$)			
	1	Camión IVECO 170-E22 ATTACK	220	25.500.000,00			
	1	Retroexcavadora CASE 580 N 4x4	70	28.500.000,00			
	-		0	0,00			
	-		0	0,00			
	-		0	0,00			
	-		0	0,00			
	-		0	0,00			
	-		0	0,00			
	-		0	0,00			
	-		0	0,00			
			290,00	54.000.000,00			
Amortización e Intereses			0,00117	Cap./día x	54.000.000,00	\$	= \$/día 63.180,00
Reparaciones y Repuestos			0,000675	Cap./día x	54.000.000,00	\$	= \$/día 36.450,00
Combustibles y Lubricantes			250,02	\$/HPdía x	290,00	HP	= \$/día 72.505,80
SUB-TOTAL EQUIPOS							\$/día 172.135,80
B) - M. DE OBRA							
	CATEGORIA			CANTIDAD			
		Oficial Espec.	\$ 22.380,52	/día	1,00	N°	= \$/día 22.380,52
		Oficial	\$ 19.257,89	/día	2,00	N°	= \$/día 38.515,78
		Sereno	\$ 8.275,19	/día	0,00	N°	= \$/día 0,00
		Medio Oficial	\$ 17.847,27	/día	0,00	N°	= \$/día 0,00
		Ayudante	\$ 16.476,83	/día	2,00	N°	= \$/día 32.953,67
SUB-TOTAL MANO DE OBRA							\$/día 93.849,97
COSTO DIARIO EJECUCION							\$/día 265.985,77
UNIDAD: Un		DURAC 1 día		RENDIMIENTO: Un/día		2,00	
COSTO UNITARIO			265.985,77	Un/día /	2,00	Un/día	=\$/Un 132.992,89
II) - MATERIALES							
	DESIGNACION	C. EN OBRA	UNIDAD	U. DOSAJE	DOSAJE		
	Gabinete estanco con tejadillo de 600x600x300 mm	\$ 125.000,00	un	un/m2	1,00		125.000,00
	Interruptor termomag 4x63 amp	\$ 18.750,00	un	un/m2	1,00		18.750,00
	Contactora LCD-32 AMP BOBINA 220V	\$ 31.250,00	un	un/m2	4,00		125.000,00
	Seccionador rotativo p/riel DIN 3x40 amp	\$ 15.000,00	un	un/m2	4,00		60.000,00
	Fotocelula 10 amp c/zócalo	\$ 5.625,00	un	un/m2	1,00		5.625,00
	Int. Termomag 1x16 amp	\$ 3.750,00	un	un/m2	12,00		45.000,00
	Llave selectora 3 posic. t/VEF-BEN	\$ 8.125,00	un	un/m2	4,00		32.500,00
	Seccionador portafusible 2 Amp	\$ 2.500,00	un	un/m2	4,00		10.000,00
	Cable canal ranurado 40X70 mm	\$ 4.375,00	un	un/m2	2,00		8.750,00
	Bornas tipo UKM 16	\$ 1.250,00	un	un/m2	4,00		5.000,00
	Bornas tipo UKM 10	\$ 1.250,00	un	un/m2	16,00		20.000,00
	Seccionador APR 160 Amp C/ soportes	\$ 5.000,00	un	un/m2	3,00		15.000,00
	Caño H°G° 2 " X 3 MTS	\$ 12.500,00	un	un/m2	2,00		25.000,00
	Fusibles NH t00-63 amp	\$ 1.500,00	un	un/m2	3,00		4.500,00
	Morsetos PKD 16	\$ 2.500,00	un	un/m2	4,00		10.000,00
	Cable VN 1x10 mm²	\$ 1.875,00	mts	mts/m2	30,00		56.250,00
SUB - TOTAL MATERIALES							\$/Un 566.375,00
III) - TRANSPORTE INTERNO							
		Km	x		\$/Kmm³		=\$/Un
RESUMEN							
	I) - EJECUCION						=\$/Un 132.992,89
	II) - MATERIALES						=\$/Un 566.375,00
	III) - TRANSPORTE INTERNO						=\$/Un 0,00
COSTO DIRECTO							=\$/Un 699.367,89
COEFIC. RESUMEN		1,8099					
PRECIO		1,8099	x	699.367,89	=\$/Un		=\$/Un 1.265.811,82
PRECIO ADOPT. POR	Un						=\$/Un 1.265.811,82

ANÁLISIS DE PRECIOS

fecha: jun-23

N° del ITEM	10.1	Calzada de Hormigon H-30 en 0,22m de espesor	CANTIDAD	7796,8 m2
-------------	------	--	----------	-----------

I) - EJECUCION

A) - EQUIPOS	CANT.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO (\$)
1		Juego de moldes (sin cordón). Incluye molde	0	3.375.000,00
1		Equipo completo hormigon	16,7	1.473.912,59
-			0	0,00
-			0	0,00
-			0	0,00
-			0	0,00
-			0	0,00
-			0	0,00
-			0	0,00
-			0	0,00
			16,70	4.848.912,59

Amortización e Intereses	0,00117	Cap./dia x	4.848.912,59	\$	= \$/dia	5.673,23
Reparaciones y Repuestos	0,000675	Cap./dia x	4.848.912,59	\$	= \$/dia	3.273,02
Combustibles y Lubricantes	250,02	\$/HPdia x	16,70	HP	= \$/dia	4.175,33

SUB-TOTAL EQUIPOS					\$/dia	13.121,58
-------------------	--	--	--	--	--------	-----------

B) - M. DE OBRA

CATEGORIA		CANTIDAD			
Oficial Espec.	\$ 22.380,52	/dia	1,00	N°	= \$/dia 22.380,52
Oficial	\$ 19.257,89	/dia	4,00	N°	= \$/dia 77.031,57
Sereno	\$ 8.275,19	/dia	0,00	N°	= \$/dia 0,00
Medio Oficial	\$ 17.847,27	/dia	0,00	N°	= \$/dia 0,00
Ayudante	\$ 16.476,83	/dia	9,00	N°	= \$/dia 148.291,50

SUB-TOTAL MANO DE OBRA					\$/dia	247.703,59
------------------------	--	--	--	--	--------	------------

COSTO DIARIO EJECUCION					\$/dia	260.825,17
------------------------	--	--	--	--	--------	------------

UNIDAD:	m2	DURAC	75 dia	RENDIMIENTO:	m2/dia	103,96
---------	----	-------	--------	--------------	--------	--------

COSTO UNITARIO	260.825,17	m2/dia /	103,96	m2/dia	=\$/m2	2.508,96
----------------	------------	----------	--------	--------	--------	----------

II) - MATERIALES

DESIGNACION	C. EN OBRA	UNIDAD	U. DOSAJE	DOSAJE	
Pasador hierro 32 mm	\$ 2.043,93	un	un/m3	0,6250	1.277,45
Barra de unión hierro 10mm	\$ 204,68	unidad	unidad/m3	0,1998	40,90
Estribo del 6	\$ 52,50	unidad	unidad/m3	0,9592	50,36
Hierro del 6	\$ 1.574,89	barra	barra/m3	0,0400	62,95
Antisol BASE SOLVENTE	\$ 1.125,00	lts	lts/m3	0,2200	247,50
Material para juntas	\$ 608,26	kg	kg/m3	0,2100	127,74
Disco de aserrado de juntas	\$ 30.000,00	unid	unid/m3	0,0010	30,00
Madera 1"	\$ 1.000,00	m2	m2/m3	0,0070	7,00
Manguera negra K10	\$ 150,00	ml	ml/m3	0,1249	18,74
Film de polietireno 200 micrones	\$ 51,70	m2	m2/m3	1,0000	51,70
HORMIGON H30	\$ 37.959,66	m3	m3/m3	0,2266	8.601,66

SUB - TOTAL MATERIALES					\$/m2	10.515,99
------------------------	--	--	--	--	-------	-----------

III) - TRANSPORTE INTERNO

0,00	Km	x	0,076	\$/Kmm³	=\$/m2
------	----	---	-------	---------	--------

RESUMEN

I) - EJECUCION		=\$/m2	2.508,96
II) - MATERIALES		=\$/m2	10.515,99
III) - TRANSPORTE INTERNO		=\$/m2	0,00

COSTO DIRECTO			=\$/m2	13.024,95
---------------	--	--	--------	-----------

COEFIC. RESUMEN	1,8099			
-----------------	--------	--	--	--

PRECIO	1,8099	x	13.024,95	=\$/m2	=\$/m2	23.574,33
--------	--------	---	-----------	--------	--------	-----------

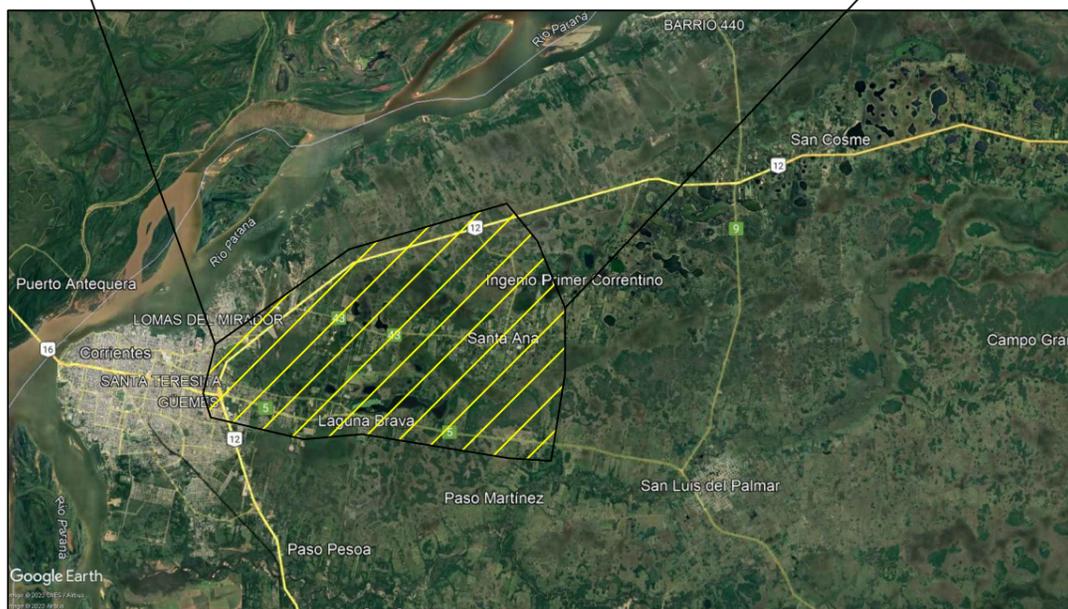
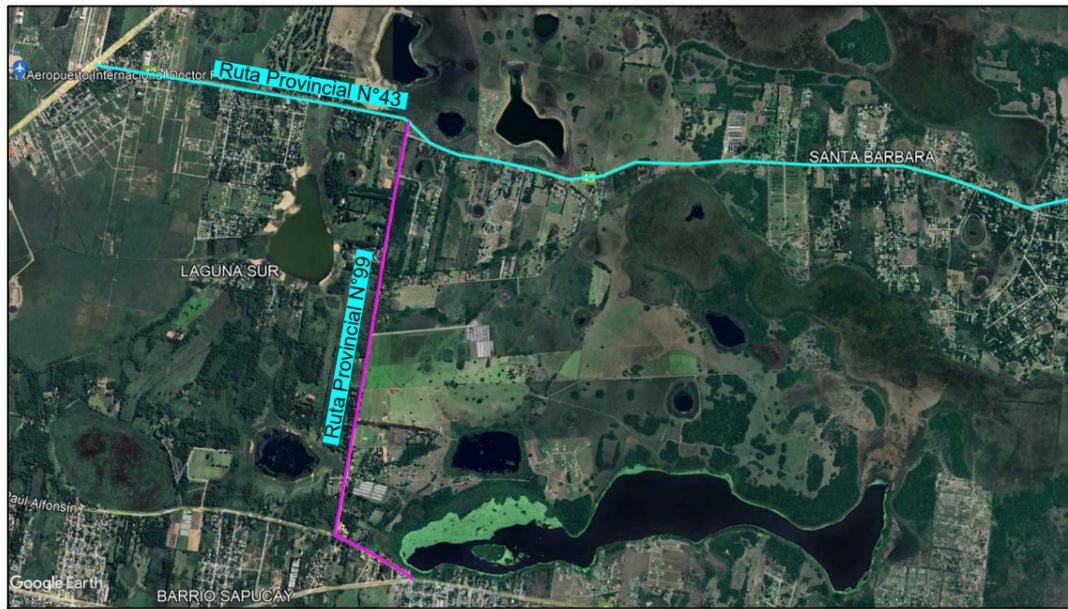
PRECIO ADOPT. POR	m2				=\$/m2	23.574,33
-------------------	----	--	--	--	--------	-----------

ANÁLISIS DE PRECIOS

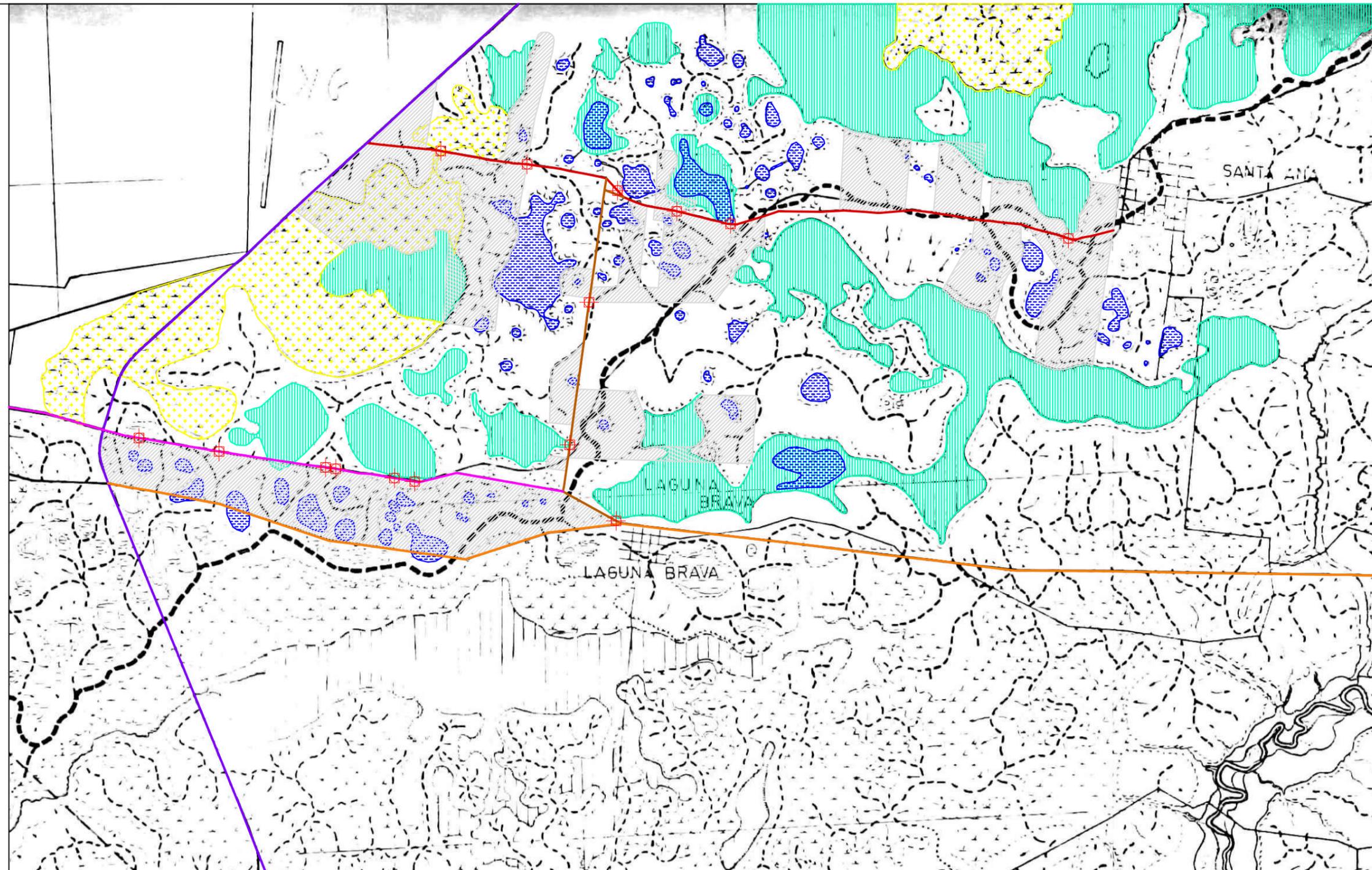
fecha:

jun-23

N° del ITEM	10.2	Base de Suelo Cemento AL 7% en 0,20m de espesor	CANTIDAD	7088 m3			
I) - EJECUCION							
A) - EQUIPOS							
	CANT.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO	(\$)		
	1	Compactador autopropulsado HAMM HD 70	75	30.000.000,00			
	1	Motoniveladora KOMATSU 675 GD	220	26.434.360,00			
	1	Tractor con rastra NEW HOLLAND 8030	120	10.080.900,00			
	1	Camión regador Mercedes Benz 1114	140	1.904.170,00			
	0,5	Excavadora HYUNDAI ROBEX 210	72,5	9.072.810,00			
	1	Camión IVECO Batea	220	15.681.400,00			
			0	0,00			
			0	0,00			
			0	0,00			
			847,50	93.173.640,00			
		Amortización e Intereses	0,00117	Cap./dia x	93.173.640,00	\$	= \$/dia 109.013,16
		Reparaciones y Repuestos	0,000675	Cap./dia x	93.173.640,00	\$	= \$/dia 62.892,21
		Combustibles y Lubricantes	250,02	\$/HPdia x	847,50	HP	= \$/dia 211.891,95
SUB-TOTAL EQUIPOS							\$/dia 383.797,32
B) - M. DE OBRA							
		CATEGORIA		CANTIDAD			
		Oficial Espec.	\$ 22.380,52	/dia	4,00	N°	= \$/dia 89.522,07
		Oficial	\$ 19.257,89	/dia	3,00	N°	= \$/dia 57.773,67
		Sereno	\$ 8.275,19	/dia	0,00	N°	= \$/dia 0,00
		Medio Oficial	\$ 17.847,27	/dia	0,00	N°	= \$/dia 0,00
		Ayudante	\$ 16.476,83	/dia	4,00	N°	= \$/dia 65.907,33
SUB-TOTAL MANO DE OBRA							\$/dia 213.203,07
COSTO DIARIO EJECUCION							\$/dia 597.000,39
	UNIDAD:	m3	DURAC	60 dia	RENDIMIENTO:	m3/dia	118,13
	COSTO UNITARIO		597.000,39	m3/dia /	118,13	m3/dia	=\$/m3 5.053,62
II) - MATERIALES							
		DESIGNACION	C. EN OBRA	UNIDAD	U. DOSAJE	DOSAJE	
		Cemento	\$ 1.842,28	bolsa	bolsa/m3	2,8000	5.158,38
		Estacas de pino 15cm * 1"	\$ 30,00	un	un/m3	0,2000	6,00
SUB - TOTAL MATERIALES							\$/m3 5.164,38
III) - TRANSPORTE INTERNO							
		0,00	Km	x	0,076	\$/Kmm³	=\$/m3
RESUMEN							
	I) - EJECUCION						=\$/m3 5.053,62
	II) - MATERIALES						=\$/m3 5.164,38
	III) - TRANSPORTE INTERNO						=\$/m3 0,00
COSTO DIRECTO							=\$/m3 10.218,00
COEFIC. RESUMEN	1,8099						
PRECIO	1,8099	x	10.218,00		=\$/m3		=\$/m3 18.493,94
PRECIO ADOPT. POR	m3						=\$/m3 18.493,94



	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE	
	Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana	
Localización de la zona en estudio		
Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel		Año: 2023 ESC: - Plano N°1



0 1 2 3 KM

I	II
III	IV
V	VI

SIMBOLOGIA

- LÍMITE NETO DE LA CUENCA
- LÍMITE DE LA CUENCA POCO DEFINIDO
- TRANSFLUENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES
- TRANSFLUENCIA SUBTERRÁNEA SEUDO-KARSTICA
- PROCESO DE EROSION REGRESIVA SUBTERRÁNEA
- PROCESO DE EROSION REGRESIVA SUPERFICIAL
- ZONA DE DRENAJE EN ESTRELLA CON EFECTO SEUDOKARSTICO
- CAMINO PRINCIPAL
- CAMINO SECUNDARIO
- CURSOS DE AGUA
- CANALES DE ESCURRIMIENTO EVENTUAL
- ESCURRIMIENTO SEUDOKARSTICO
- LAGUNAS Y ESPEJOS DE AGUA LIBRE
- LAGUNAS Y ESTEROS CON VEGETACION ACUATICA
- ZONAS PERIODICAMENTE INUNDABLES
- LOMAS PUELCHENSES
- LOMAS PUELCHENSES REBAJADAS
- LÍMITE DE TERRENO
- ESCARPE O QUEBRE DE PENDIENTE ABRIPTO
- LÍMITE DE TERRENO CON QUEBRE DE PENDIENTE
- BARRANCA EMPINADA
- CÁRCAVAS
- LÍMITE DEL AREA CUBIERTA EN LA ZONA 2

M. D. S. P.
SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS

MINISTERIO DE DEFENSA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO
DIGID

PROVINCIA DE CORRIENTES
MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS

ESTUDIO ING. VEGA Y ASOC.

ESTUDIO DE ZONAS INUNDABLES
ESTERO Y RIO RACHUELO

ESBOZO GEOMORFOLOGICO
ZONA 1 SECTOR III

- Ruta Provincial N°43
- Ruta Provincial N°99
- Ruta Provincial N°5
- Ruta Nacional N°12
- Av. Raul Alfonsin
- Alcantarillas existentes

FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Mapa hidrodinamico marcado con zonas de interes

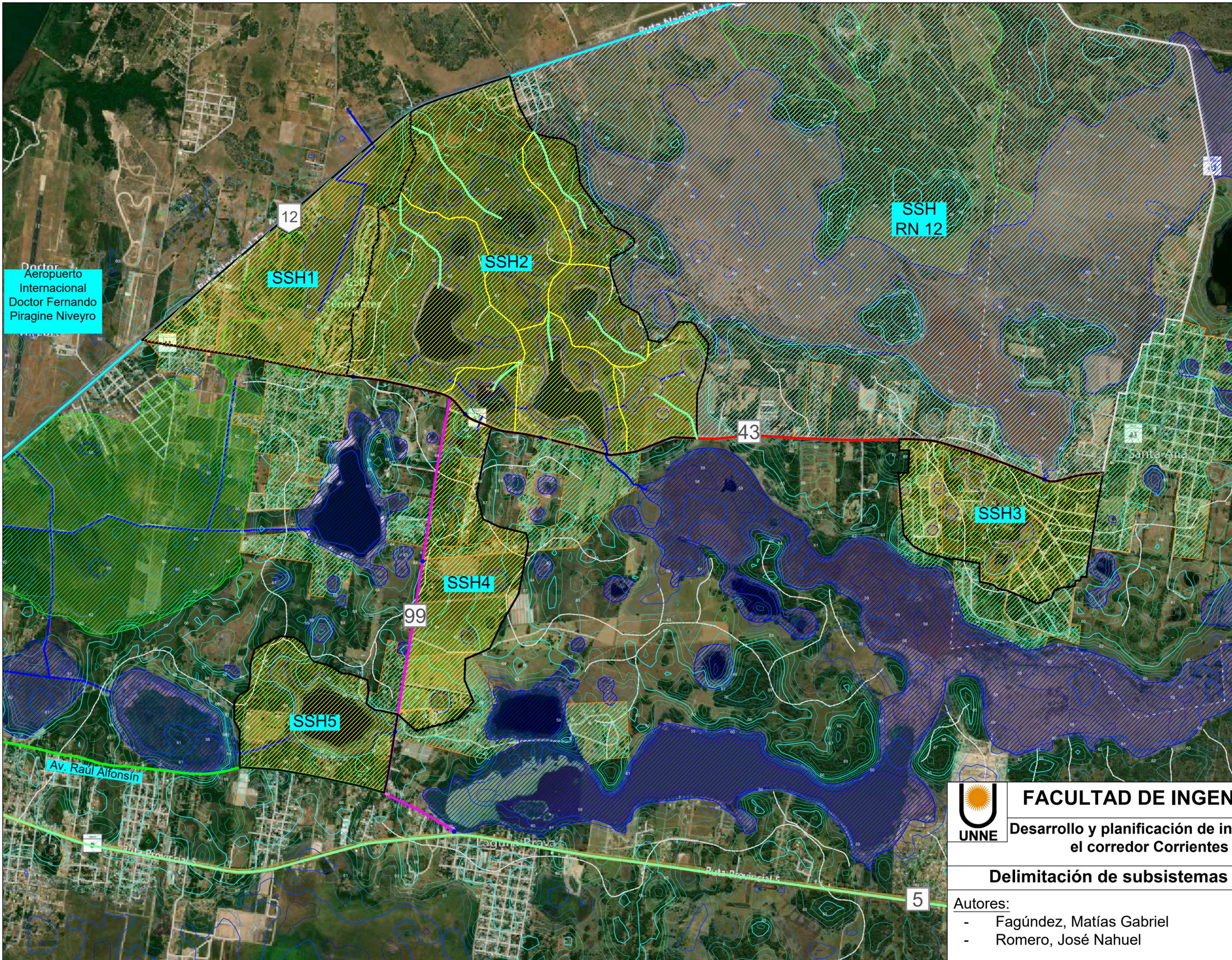
Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023

ESC 1:25.000

Plano N°2



REFERENCIAS:

- Ruta Provincial N°43
- Ruta Provincial N°99
- Ruta Nacional N°12
- Ruta Provincial N°5
- Av. Raúl Alfonsín
- Lagunas y Esteros
- Zonas periódicamente inundables
- Subsistemas Hidrológicos
- Sistema Hidrológico RN N°12
- Barrios Residenciales
- Canales de agua
- - - Divisorias de subcuencas (ing. Popolizio)
- Alcantarillas existentes

Aeropuerto
Doctor Fernando
Piragine Niveyro

12

SSH1

SSH2

SSH
RN 12

43

SSH3

99

SSH4

SSH5

Av. Raúl Alfonsín

5

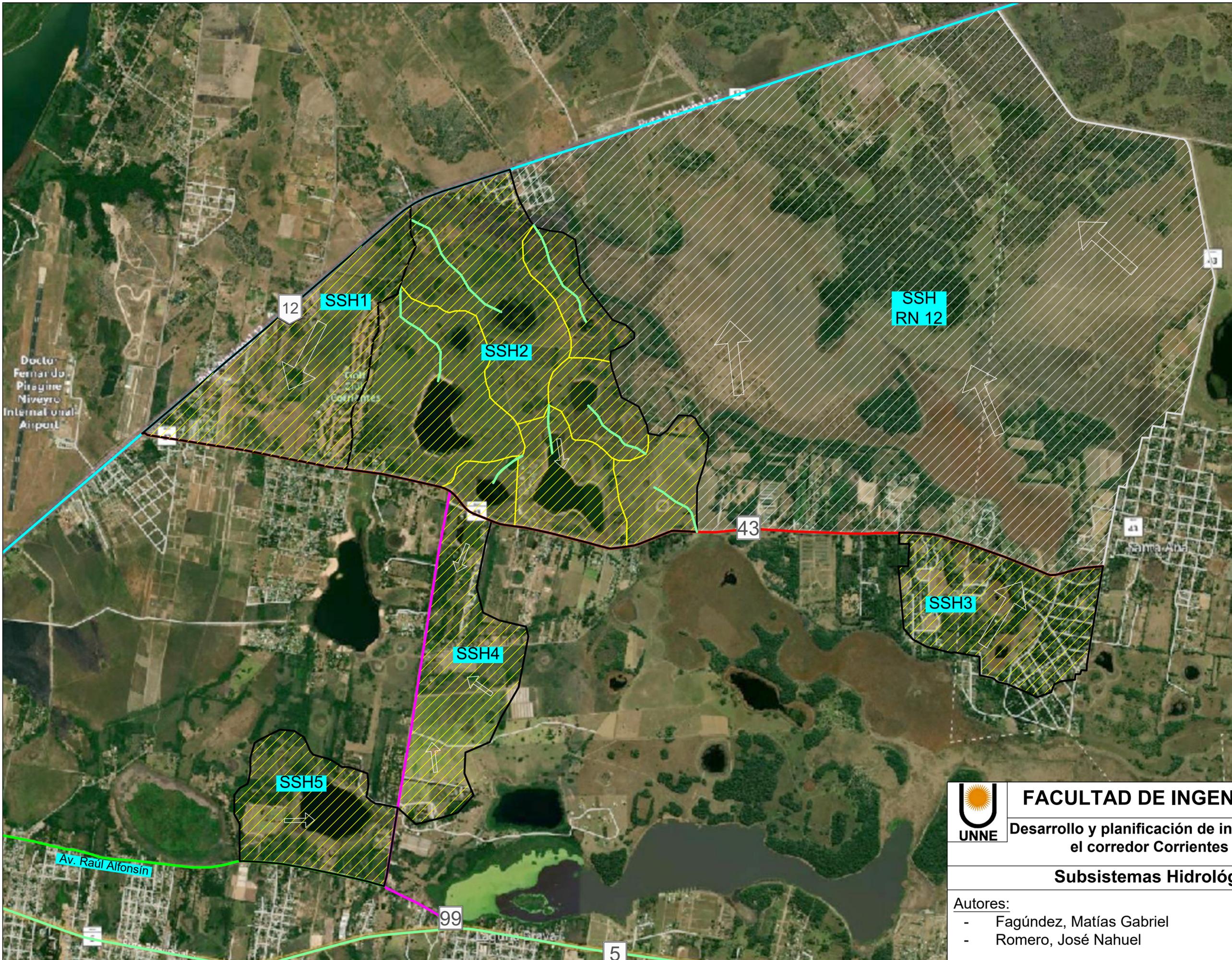


FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
 Desarrollo y planificación de infraestructura vial en
 el corredor Corrientes - Santa Ana

Delimitación de subsistemas hidrológicos

Autores:
 - Fagúndez, Matías Gabriel
 - Romero, José Nahuel

Año: 2023
 ESC 1:25.000
 Plano N°3



REFERENCIAS:

- Ruta Provincial N°43
- Ruta Provincial N°99
- Ruta Nacional N°12
- Ruta Provincial N°5
- Av. Raúl Alfonsín
- Subsistemas Hidrológicos
- Sistema Hidrológico RN N°12

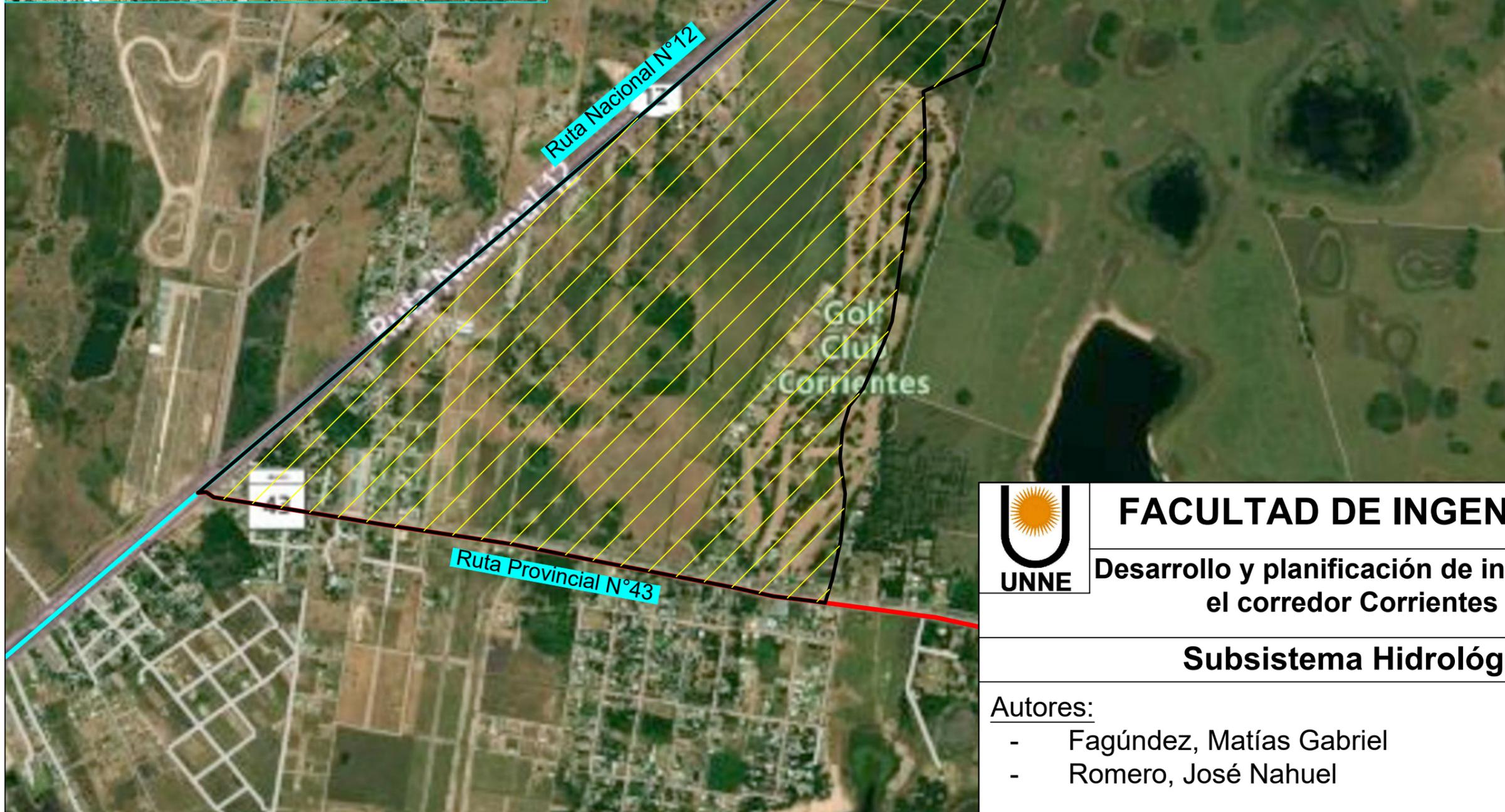
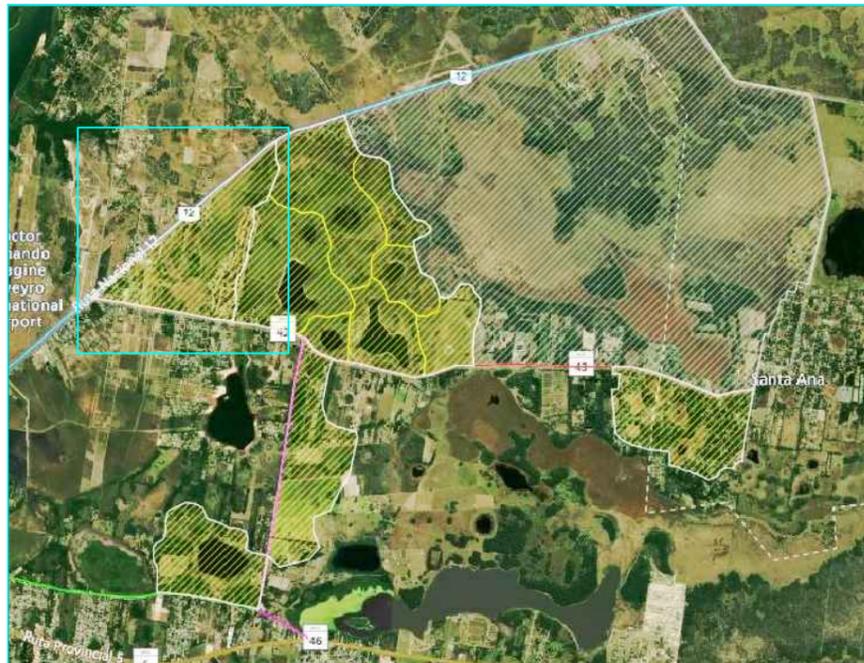


FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
 Desarrollo y planificación de infraestructura vial en
 el corredor Corrientes - Santa Ana

Subsistemas Hidrológicos

Autores:
 - Fagúndez, Matías Gabriel
 - Romero, José Nahuel

Año: 2023
 ESC 1:25.000
 Plano N°4



REFERENCIAS:

-  Ruta Provincial N°43
-  Ruta Nacional N°12
-  Subsistema Hidrológico 1



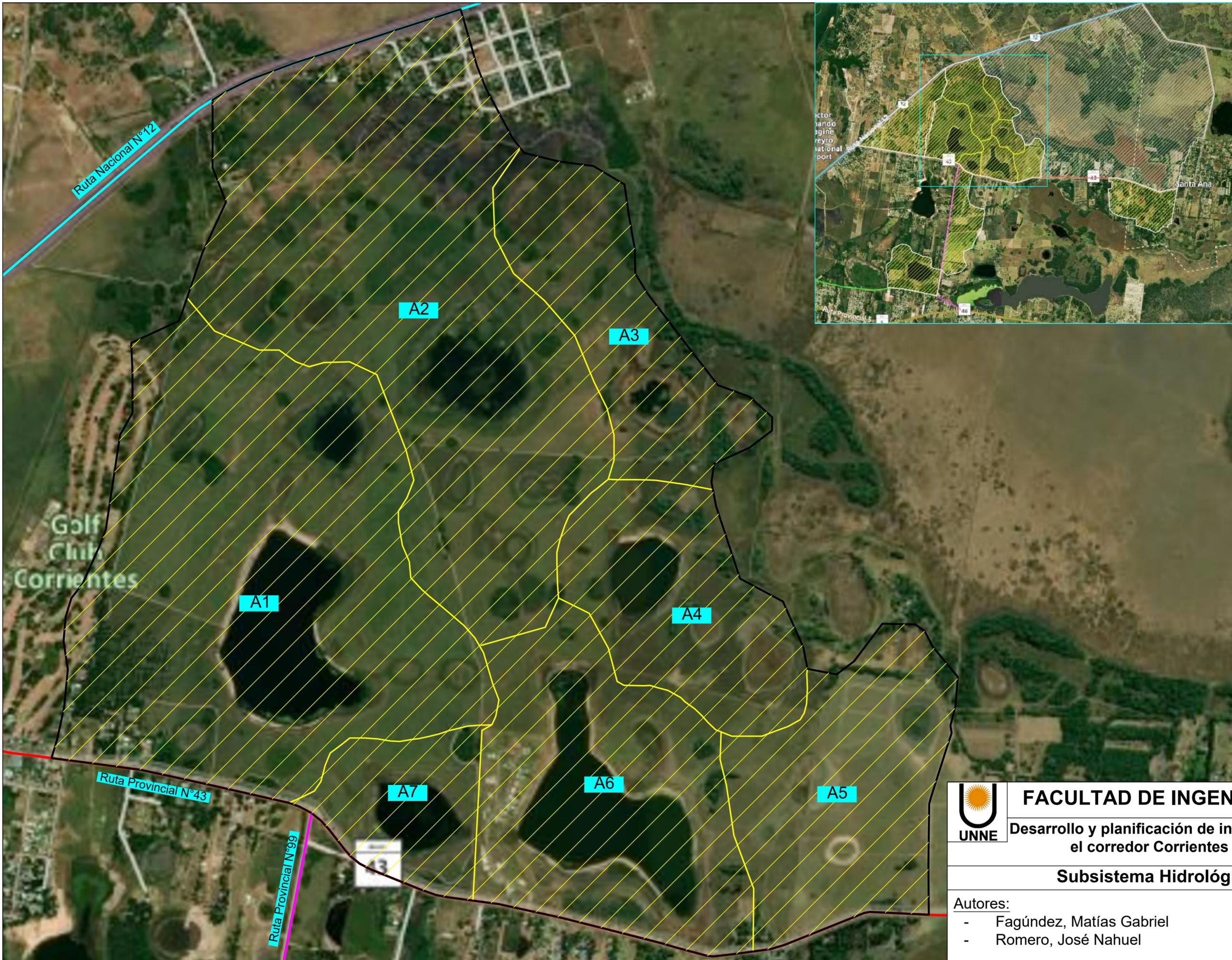
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Subsistema Hidrológico 1

- Autores:**
- Fagúndez, Matías Gabriel
 - Romero, José Nahuel

Año: 2023
ESC 1:15.000
Plano N°5



REFERENCIAS:

- Ruta Provincial N°43
- Ruta Provincial N°99
- Ruta Nacional N°12
- Subsistema Hidrológico RN N°2



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
 Desarrollo y planificación de infraestructura vial en
 el corredor Corrientes - Santa Ana

Subsistema Hidrológico 2

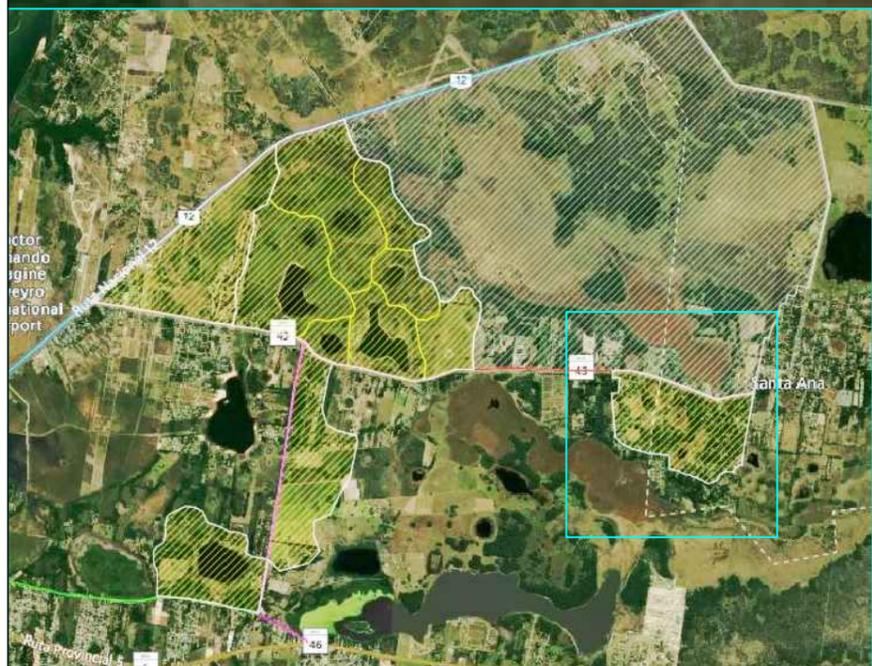
Autores:
 - Fagúndez, Matías Gabriel
 - Romero, José Nahuel

Año: 2023
 ESC 1:10.000
 Plano N°7



REFERENCIAS:

-  Ruta Provincial N°43
-  Sistema Hidrológico 3



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Subsistema Hidrológico 3

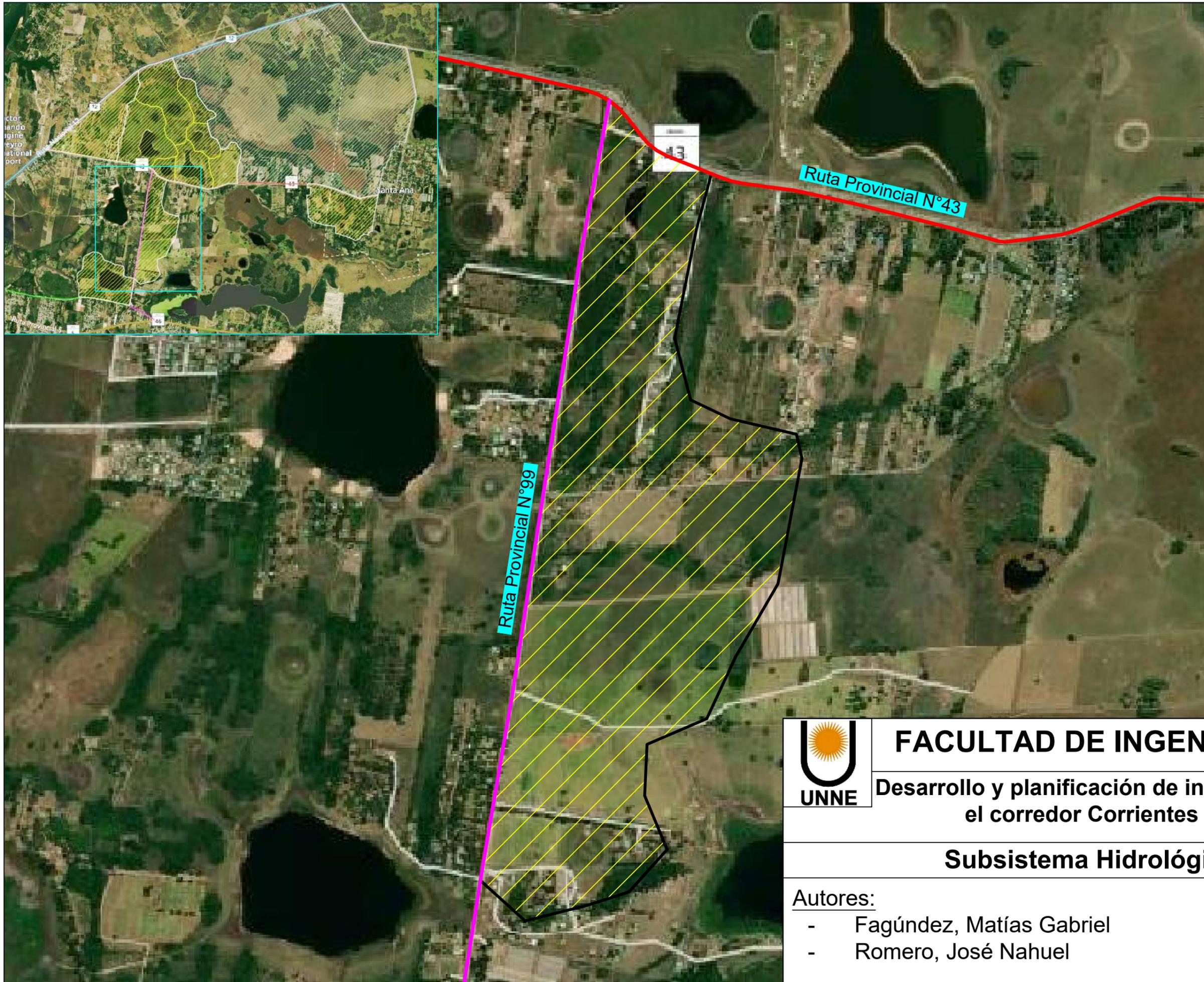
Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

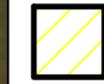
Año: 2023

ESC 1:10.000

Plano N°7



REFERENCIAS:

-  Ruta Provincial N°43
-  Ruta Provincial N°99
-  Subsistema Hidrológico 4



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Subsistema Hidrológico 4

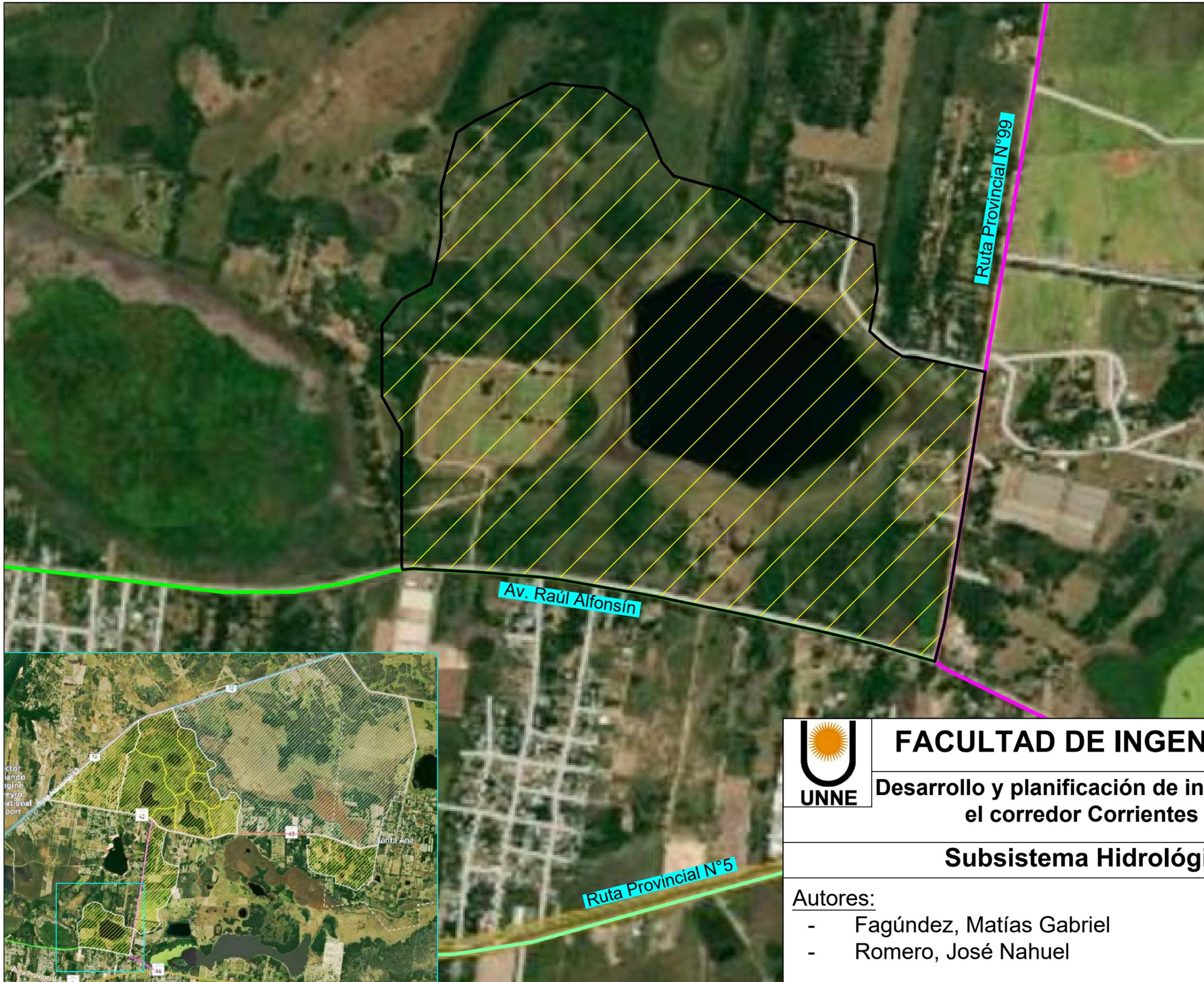
Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023

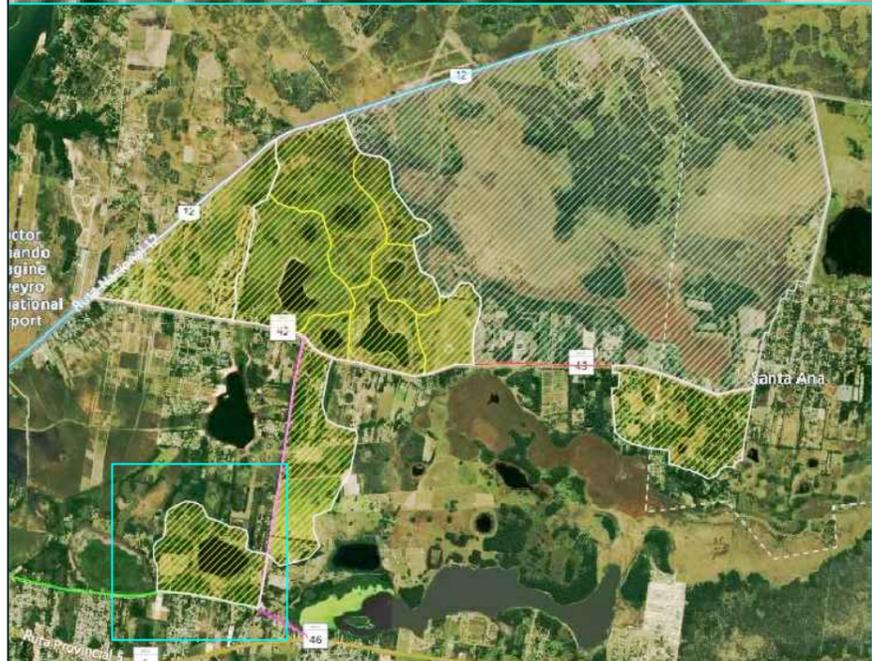
ESC 1:15.000

Plano N°8



REFERENCIAS:

- Ruta Provincial N°43
- Ruta Provincial N°99
- Ruta Nacional N°12
- Av. Raúl Alfonsín
- Ruta Provincial N°5
- Subsistema Hidrológico 5



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Subsistema Hidrológico 5

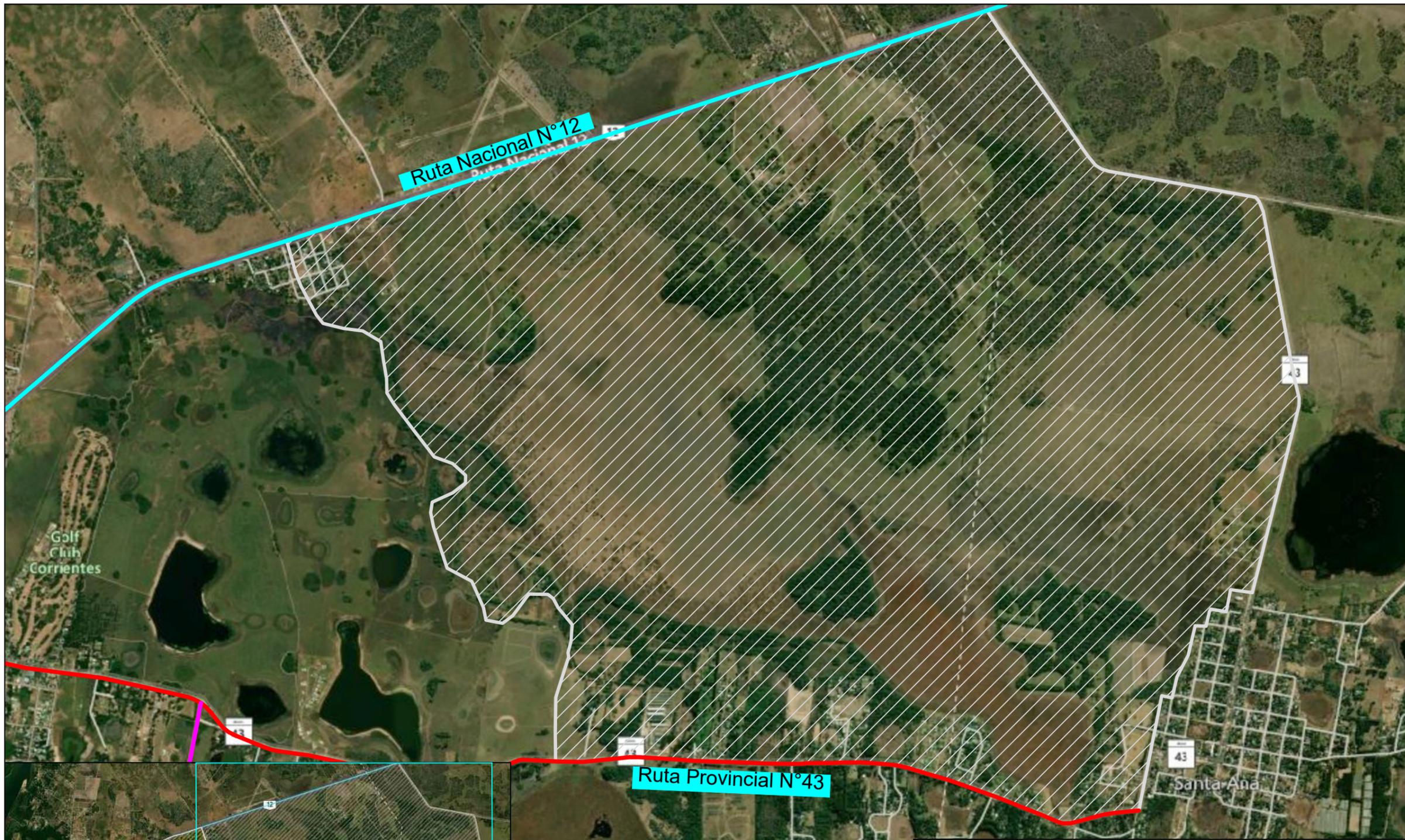
Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023

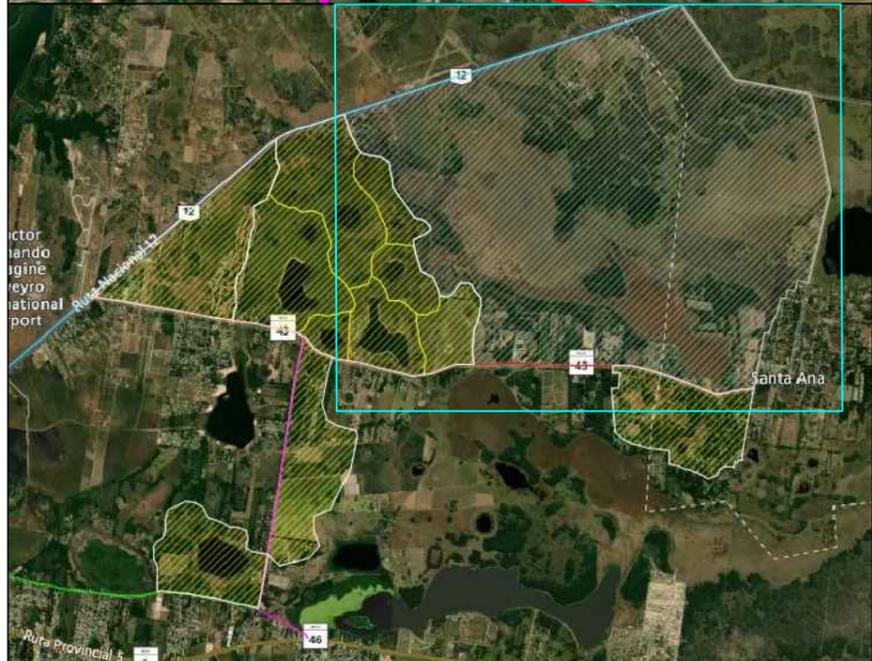
ESC 1:10.000

Plano N°9



REFERENCIAS:

- Ruta Provincial N°43
- Ruta Nacional N°12
- Subsistema Hidrológico RN N°12



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Subsistema Hidrológico RN N°12

Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023

ESC 1:30.000

Plano N°10

CUADRO 1- ALCANTARILLA RECTA: DIMENSIONES

H	a	b	C	r	d	p	q	h	i	s	k	x	n'	n	f
0.50	0.45	0.20	0.88	0.85	1.170	0.15	0.29	0.07	0.20	1.36	1.20	1.12	0.08	0.06	0.25
0.75	0.45	0.25	1.01	1.04	1.208	0.15	0.32	0.09	0.25	1.61	1.47	1.37	0.10	0.13	0.39
1.00	0.45	0.25	1.20	1.23	1.426	0.15	0.32	0.09	0.25	1.88	1.74	1.64	0.10	0.13	0.51
1.25	0.60	0.30	1.44	1.45	1.620	0.20	0.41	0.11	0.30	2.26	2.05	1.93	0.12	0.13	0.64
1.50	0.60	0.30	1.63	1.64	1.828	0.20	0.42	0.11	0.30	2.53	2.32	2.20	0.12	0.13	0.77
1.75	0.65	0.35	1.82	1.84	2.020	0.25	0.49	0.12	0.35	2.81	2.60	2.46	0.14	0.16	0.90
2.00	0.70	0.40	2.02	2.04	2.208	0.30	0.54	0.12	0.40	3.10	2.89	2.72	0.17	0.19	1.03

$J = ac + 0.50 + 3(\text{top} - (0.40 + F))$

CUADRO 3 - ALC. OBLICUA

VALORES DE 'L' EN FUNCIÓN DE 'α'

α	0.80	1.00	1.50	2.00
45°	1.13	1.41	2.12	2.83
50°	1.04	1.31	1.96	2.61
55°	0.98	1.22	1.84	2.44
60°	0.92	1.15	1.725	2.30
65°	0.88	1.10	1.65	2.20
70°	0.85	1.07	1.60	2.13
75°	0.825	1.03	1.55	2.06
80°	0.815	1.02	1.53	2.04
85°	0.80	1.00	1.51	2.01

NOTA N° 2
 α = ángulo de oblicuidad entre el eje de camino y el eje de la alcantarilla.
 L = luz media normal a los estribos.
 J = longitud de la losa medida paralelamente al eje de la alcantarilla.

CUADRO 2 - DIMENSIONES DE LA LOSA Y ARMADURA

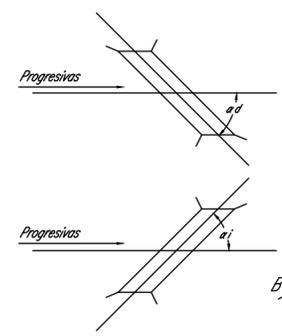
TIPO	LUZ L	ESPE- SOR LOSA	ARMADURA LOSA		TAPADA(Méx)	
			ARMAS RESISTEN- TE	ARMAS REPARATI- ÓN	LUZES SIMPL.	LUZES MÚLTIP.
A PARA CAMIÓN DE 9 TONELADAS	0.80	0.14	10	12	8	0.33 5.00
	1.00	0.16	10	11	8	0.33 4.50
	1.50	0.16	10	11	8	0.32 3.50 3.00
B PARA APLANADORA DE 16 TONELADAS	0.80	0.18	10	14	8	0.33 7.00
	1.00	0.19	10	12	8	0.33 6.00
	1.50	0.21	10	10	8	0.32 4.25 3.00
C PARA APLANADORA DE 20 TONELADAS	0.80	0.19	10	13	8	0.33 7.00
	1.00	0.19	10	10	8	0.33 6.08
	1.50	0.22	12	12	8	0.30 4.50 3.00

CUADRO 4 - ALCANTARILLA OBLICUA: DIMENSIONES

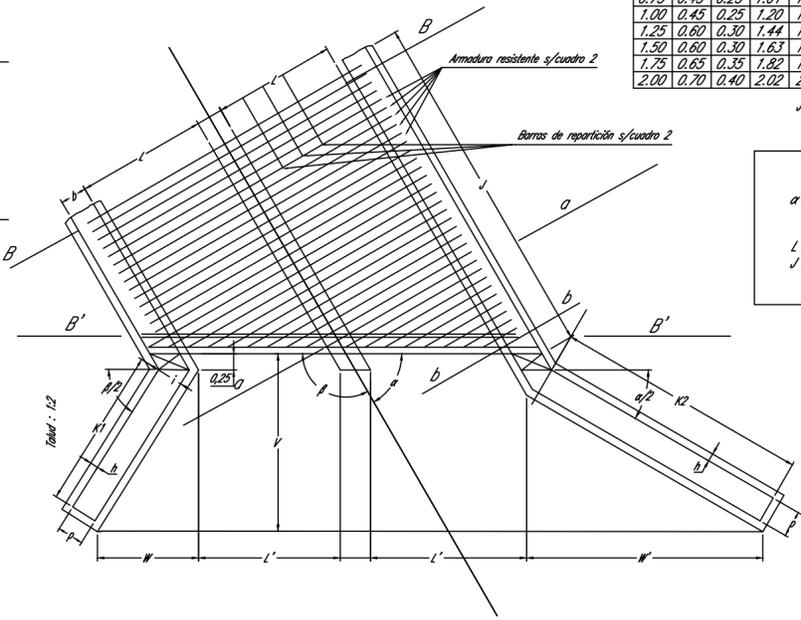
H	p	i	h	e	f	α					
						V	K2	K1	W		
H=0.50	0.15	0.20	0.07	0.125	0.40	45°	0.94	1.17	0.57	0.86	1.30
						50°	0.94	1.06	0.57	0.37	1.16
						55°	0.87	0.98	0.59	0.38	1.04
						60°	0.87	0.90	0.58	0.40	0.87
						65°	0.87	0.85	0.59	0.42	0.82
H=0.75	0.15	0.25	0.09	0.10	0.55	45°	1.04	1.20	0.79	0.57	1.78
						50°	1.04	1.57	0.80	0.57	1.67
						55°	1.01	1.40	0.81	0.54	1.45
						60°	1.01	1.30	0.81	0.57	1.54
						65°	1.01	1.23	0.84	0.59	1.21
H=1.00	0.15	0.25	0.09	0.10	0.55	45°	1.02	1.14	0.85	0.61	1.11
						50°	1.02	1.06	0.86	0.66	1.07
						55°	1.01	0.98	0.86	0.71	0.94
						60°	1.01	0.90	0.87	0.76	0.86
						65°	1.01	0.84	0.87	0.78	0.86
H=1.25	0.15	0.25	0.09	0.10	0.55	45°	1.24	1.45	1.12	0.64	2.50
						50°	1.24	1.40	1.02	0.67	2.28
						55°	1.21	1.26	1.14	0.71	2.01
						60°	1.21	1.20	1.15	0.75	1.85
						65°	1.21	1.16	1.15	0.78	1.72
H=1.50	0.15	0.25	0.11	0.15	0.80	45°	1.59	1.80	1.38	0.78	3.12
						50°	1.59	1.72	1.39	0.81	2.78
						55°	1.59	1.60	1.40	0.84	2.49
						60°	1.57	1.50	1.40	0.87	2.22
						65°	1.57	1.43	1.41	0.92	2.05
H=1.75	0.25	0.35	0.12	0.15	1.00	45°	1.56	2.02	1.45	0.87	3.87
						50°	1.56	1.89	1.57	0.88	3.71
						55°	1.55	1.79	1.57	0.91	3.55
						60°	1.55	1.70	1.58	1.00	3.41
						65°	1.55	1.63	1.57	1.04	3.41
H=2.00	0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	45°	1.89	2.28	1.81	1.00	4.88
						50°	1.89	2.15	1.88	1.00	4.75
						55°	1.87	2.00	1.94	1.07	4.61
						60°	1.87	1.90	1.94	1.08	4.74
						65°	1.87	1.82	1.91	1.12	4.68

ALCANTARILLA OBLICUA
 CORTES a-a y b-b
NOTA N° 1
 Sección y separación de barras ① ② ③ según detalle válido en todos los casos
 Barra ① similar a ② en cuanto a sección y separación válida en todos los casos

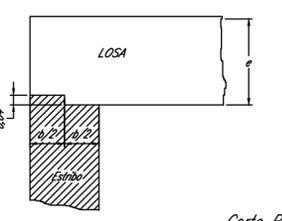
Alc. oblicua derecha (αd)



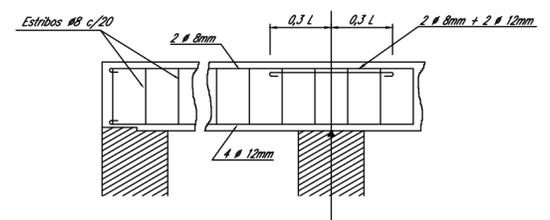
Disposición de armadura para valores de α entre 45° y 85°



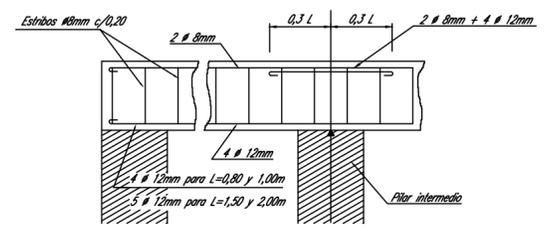
DETALLE II - Corte B-B (Dientes en los estribos y losa)



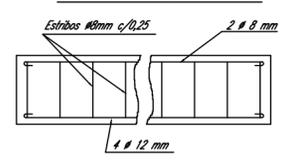
Corte B-B Luces múltiples (85° ≥ α ≥ 60°)



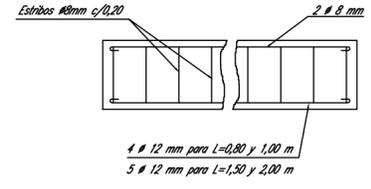
Corte B-B Luces múltiples (60° > α ≥ 45°)



Corte B'-B' Luces simples (85° ≥ α ≥ 60°)



Corte B'-B' Luces simples (60° > α ≥ 45°)

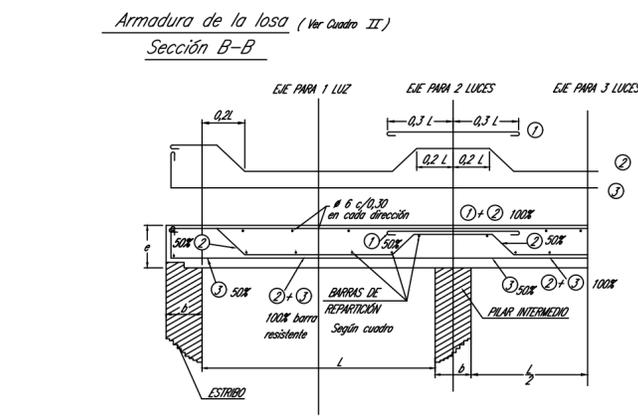
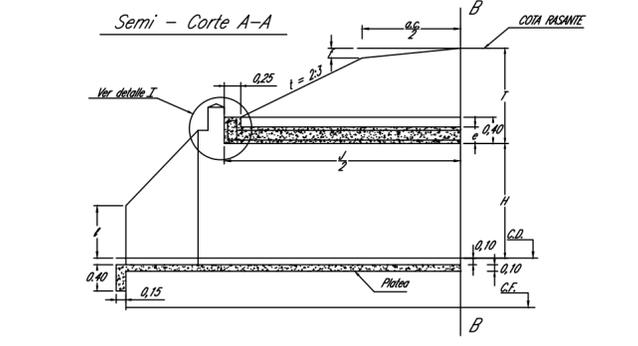
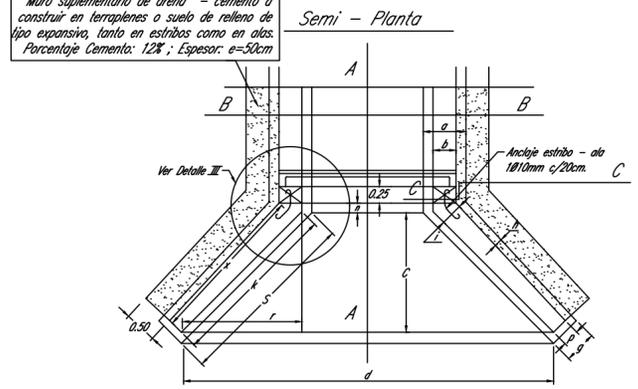
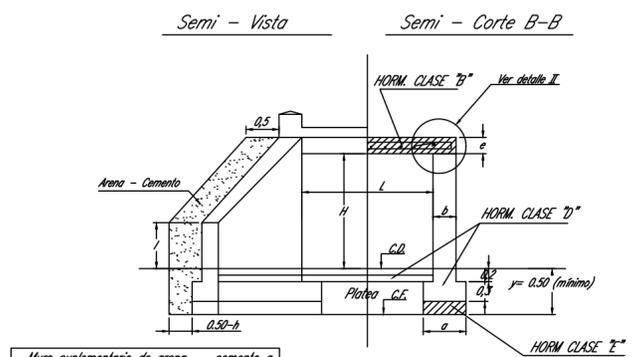


NOTAS:

PARA LA FUNDACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS DE T SE HA CONSIDERADO:
 N3- EN LAS LUZES SIMPLES LA RESISTENCIA AL CORTE $\tau_c = 4 \text{ kg/cm}^2$ O A LA FLEXIÓN $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$ O $e = 2.400 \text{ kg/cm}^2$
 N4- EN LAS LUZES MÚLTIPLES, LA MÁXIMA FATIGA ADMISIBLE EN EL TERRENO DE FUNDACIÓN DEBIDO DE LA ZAPATA DE LOS PILARES = 2.5 kg/cm^2
 N5- EN TODOS LOS CASOS, SE HA ESTABLECIDO QUE EL PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL DE RELLENO ES DE 2 kg/dm^3
 N6- SI ALGUNA DE ESTAS CONDICIONES NO SE CUMPLE, SE INTRODUCIRÁN LAS MODIFICACIONES CORRESPONDIENTES

ACTUALIZADO ABRIL DE 2004

Copia del PLANO: 0-41211-I (D.N.V.) Modificado por la D.P.V.
 ALCANTARILLAS TRANSVERSALES RECTAS Y OBLICUAS, SIMPLES Y MÚLTIPLES
 L=0.80 a 2.00 m. H=0.50 a 2.00 m.



DETERMINACIÓN DEL TIPO A APLICAR
 PARA $T < 0.90 \text{ m}$ DE ACUERDO CON EL TIPO DE CARGA ADOPTADO PARA EL CAMINO
 PARA $T > 0.90 \text{ m}$ SE APLICARÁ EL TIPO "A" CUALQUIERA SEA EL TIPO DE CARGA ADOPTADO Y SIEMPRE QUE EL VALOR DE "T" NO EXCEDA EL MÁXIMO FIJADO EN EL CUADRO PARA ESTE TIPO SI EL VALOR DE "T" EXCEDE ESE MÁXIMO, SE APLICARÁ EL TIPO "B" O BIEN EL TIPO "C".

NOTA: LAS MEDIDAS EN QUE NO FIGURAN LAS UNIDADES ESTÁN EXPRESADAS EN METROS

DATOS A FIJAR EN LOS PROYECTOS
 ALCANTARILLA ① ② ③ L = ① m; H = m; Y = m; J = ⑤ m
 ① INDICAR A B O C; ② INDICAR CON O SIN PLATEA; ③ OBLICUA
 α = ⑥ αd =
 ④ EJEMPLO = 0.80m; 2x1.50 m; ⑤ REDONDEAR A MÚLTIPLOS DE 0.10m

ESTE PLANO REEMPLAZA
 ALC. J-2800; H-2347 Y J-3081-1

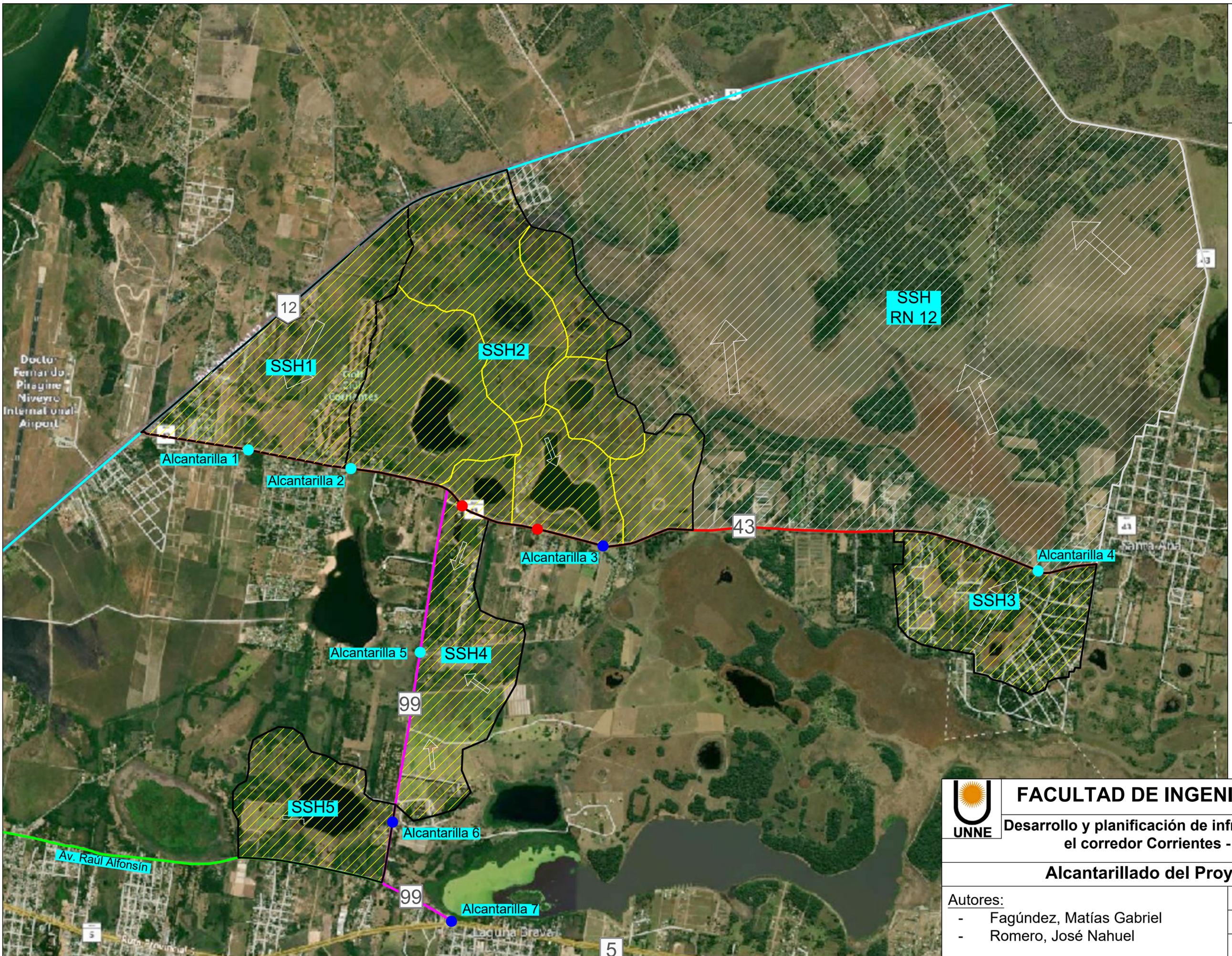
MATERIALES
 HORMIGÓN CLASE "B" $f_{br} > 210 \text{ kg/cm}^2$
 ACERO $\sigma_{adm} > 2400 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{td} > 4200 \text{ kg/cm}^2$

UNNE Facultad de Ingeniería - UNNE
 Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana
Alcantarilla O - 41211 - I (DNV)
 Autores:
 - Fagúndez, Matías Gabriel
 - Romero, José Nahuel
 Año: 2023
 ESC -
 Plano N° 11



REFERENCIAS:

- Alcantarillas reemplazadas por alcantarilla O-41211-I (DNV)
- Alcantarillas retiradas
- Alcantarillas no retiradas y no reemplazadas



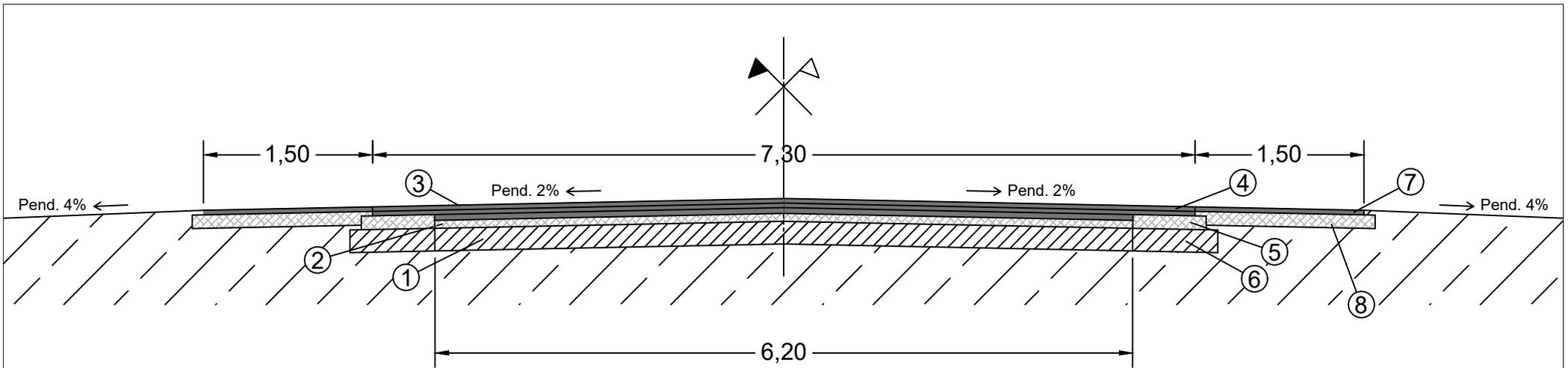
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Alcantarillado del Proyecto

Autores:
- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023
ESC 1:25.000
Plano N°12



- | | |
|--|--|
| ① Base granular existente - e = 20 cm | ⑤ Base de C°A° propuesta para el ensanche - e = 12 cm |
| ② Base de concreto asfáltico existente - e = 7 cm | ⑥ Base granular existente propuesta para el ensanche - e = 20 cm |
| ③ Carpeta de rodamiento de C°A° existente e = 9 cm | ⑦ Banquina de C°A° propuesta - e = 4 cm |
| ④ Carpeta de rodamiento de C°A° propuesta - e = 8 cm | ⑧ Base de concreto asfáltico para banquina - e = 12 cm |



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en
el corredor Corrientes - Santa Ana

Paquete estructural RP N°43

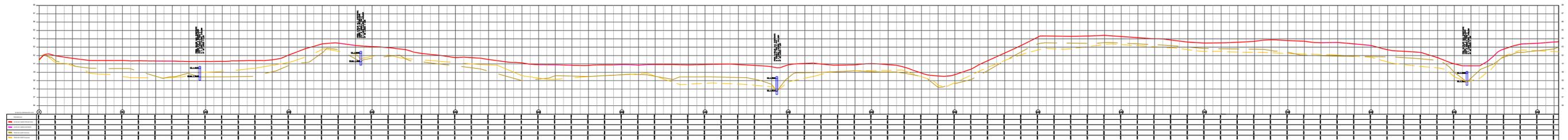
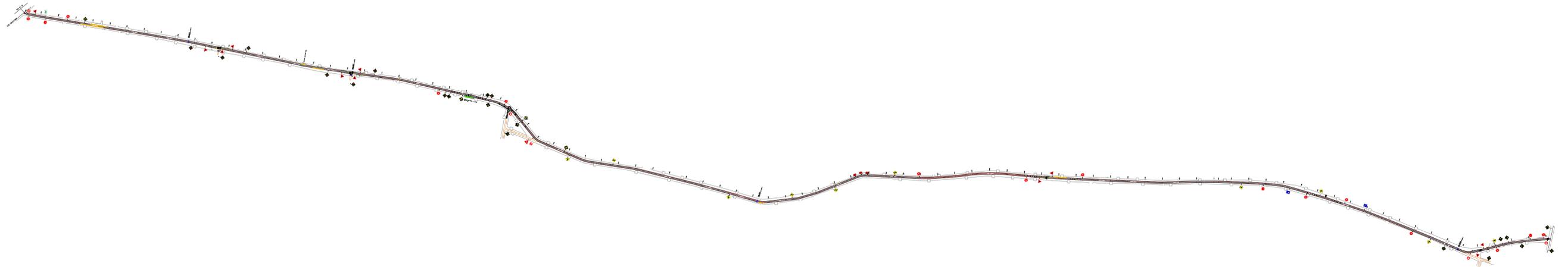
Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023

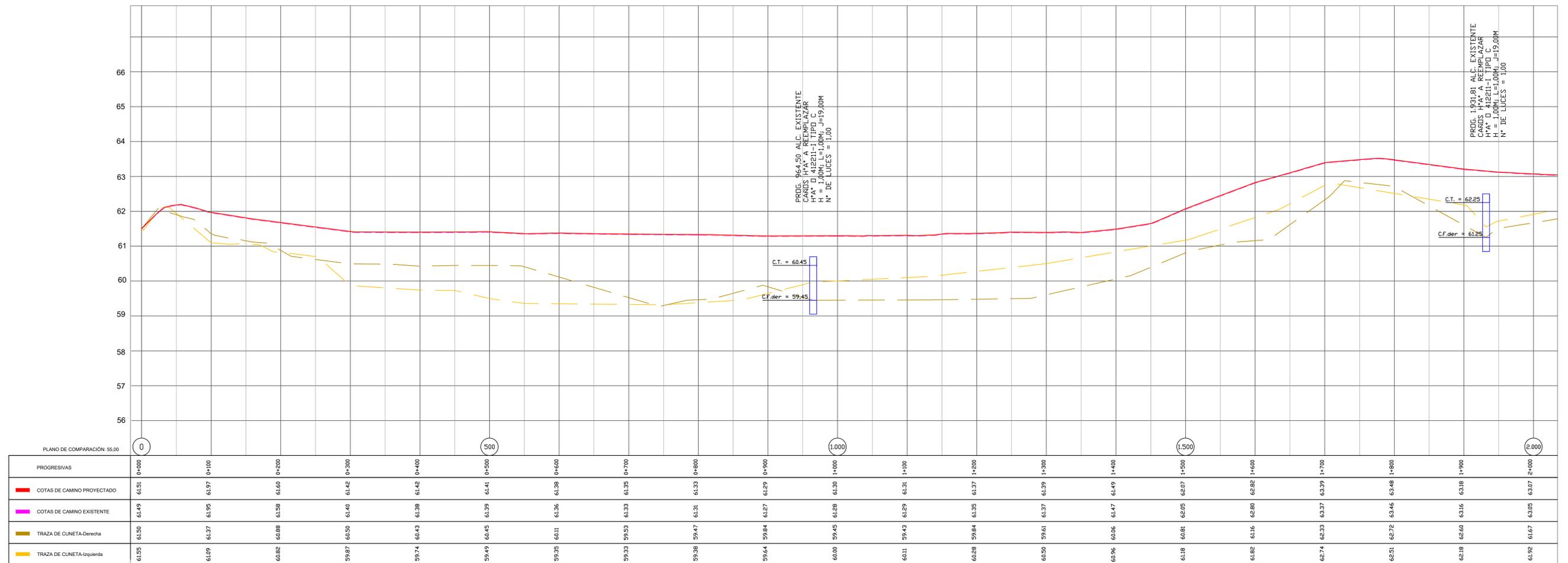
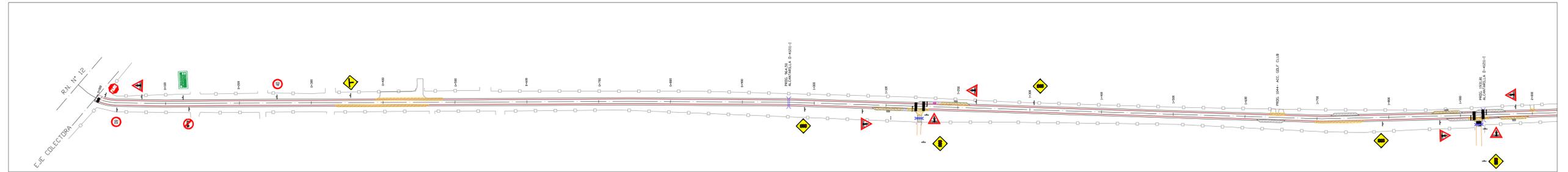
ESC 1:50

Plano N°13



	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
	Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana
Planialtimetría Ruta Provincial N°43	
Autores:	Año: 2023
- Fagúndez, Matías Gabriel	EH S/E
- Romero, José Nahuel	EV S/E
	Plano N°14.1

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N°43
 Prog. 0+000 a Prog. 2+000
 ESC.: 1:3000



REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- ALCANTARILLA
- REFUGIO DE PASAJEROS EXISTENTES
- DARSENA Y RAQUETA DE GIRO A EJECUTAR
- DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EXISTENTE

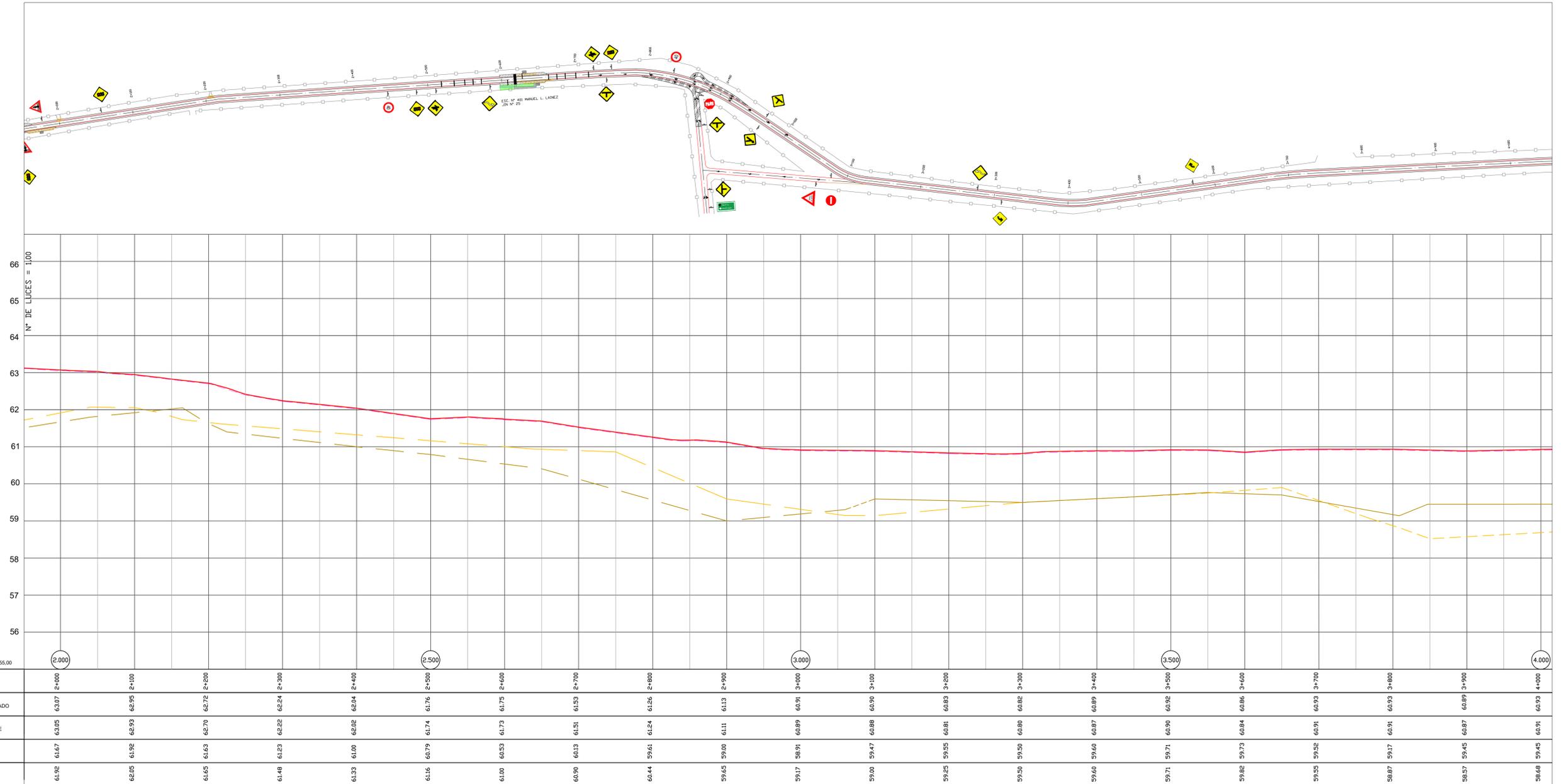
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
 UNNE Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Planialtimetría Ruta Provincial N°43

Autores:
 - Fagúndez, Matías Gabriel
 - Romero, José Nahuel

Año: 2023
 EH 1:3.000
 EV 1:300
 Plano N°14.2

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N°43
 Prog. 2+000 a Prog. 4+000
 ESC.: 1:3000



PLANO DE COMPARACIÓN: 55.00

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- ALCANTARILLA
- REFUGIO DE PASAJEROS EXISTENTES
- DARSENA Y RAQUETA DE GIRO A EJECUTAR
- DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EXISTENTE
- PAVIMENTO DE H° A EJECUTAR EN INTERSECCIÓN
- ALAMBRADO

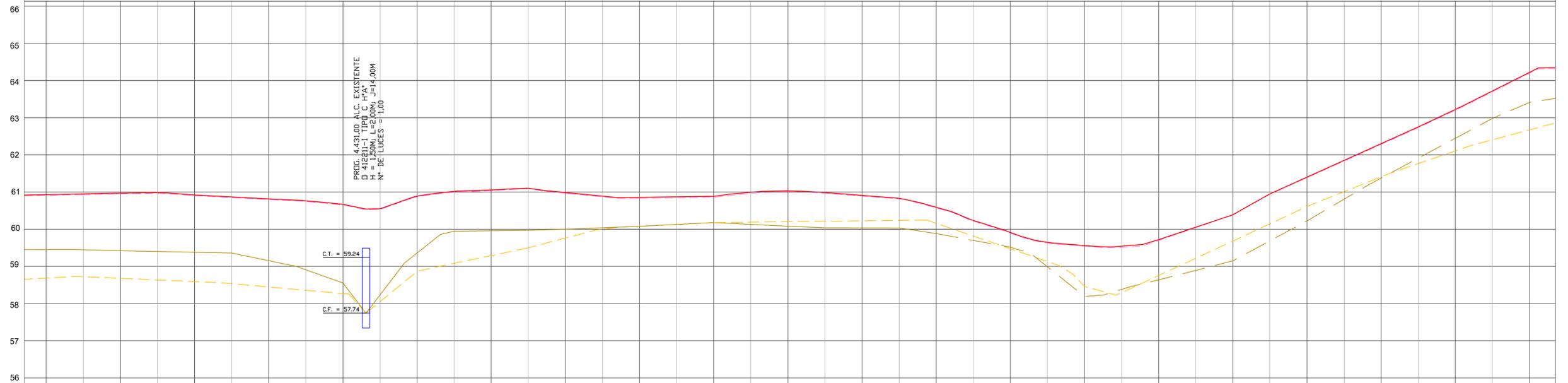
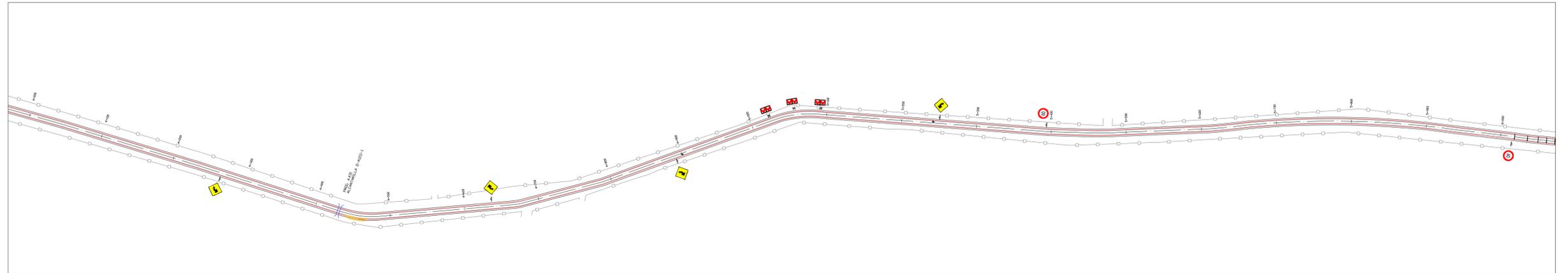
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Planialtimetría Ruta Provincial N°43

Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel	Año: 2023 EH 1:3.000 EV 1:300 Plano N°14.3
---	---

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N°43
 Prog. 4+000 a Prog. 6+000
 ESC.: 1:3000



PROG. 4+431.00 ALC. EXISTENTE
 D = 412811-1 TÍPO C H*A*
 H = 1.50M; L=2.00M; J=14.00M
 N° DE LUZES = 1.00

C.T. = 59.24
 C.F. = 57.74

PROGRESIVAS	4+000	4+100	4+200	4+300	4+400	4+500	4+600	4+700	4+800	4+900	5+000	5+100	5+200	5+300	5+400	5+500	5+600	5+700	5+800	5+900	6+000
COTAS DE CAMINO PROYECTADO	60.93	60.97	60.92	60.82	60.67	60.89	61.05	60.99	60.85	60.88	61.03	60.91	60.59	59.91	59.56	59.72	60.39	61.40	62.30	63.22	64.21
COTAS DE CAMINO EXISTENTE	60.91	60.95	60.90	60.80	60.65	60.87	61.03	60.97	60.83	60.86	61.01	60.89	60.57	59.89	59.54	59.70	60.37	61.38	62.28	63.20	64.19
TRAZA DE CUNETA-Derecha	59.45	59.42	59.38	59.15	58.95	59.87	59.29	60.00	60.08	60.17	60.09	60.03	59.88	59.46	58.19	58.64	59.15	60.22	61.41	62.44	63.41
TRAZA DE CUNETA-Izquierda	58.68	58.62	58.59	58.44	58.27	59.25	59.46	59.76	60.08	60.17	60.32	60.25	60.24	59.46	58.47	58.39	59.68	60.61	61.41	62.11	62.67

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- ALCANTARILLA
- REFUGIO DE PASAJEROS EXISTENTES
- DARSENA Y RAQUETA DE GIRO A EJECUTAR
- DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EXISTENTE

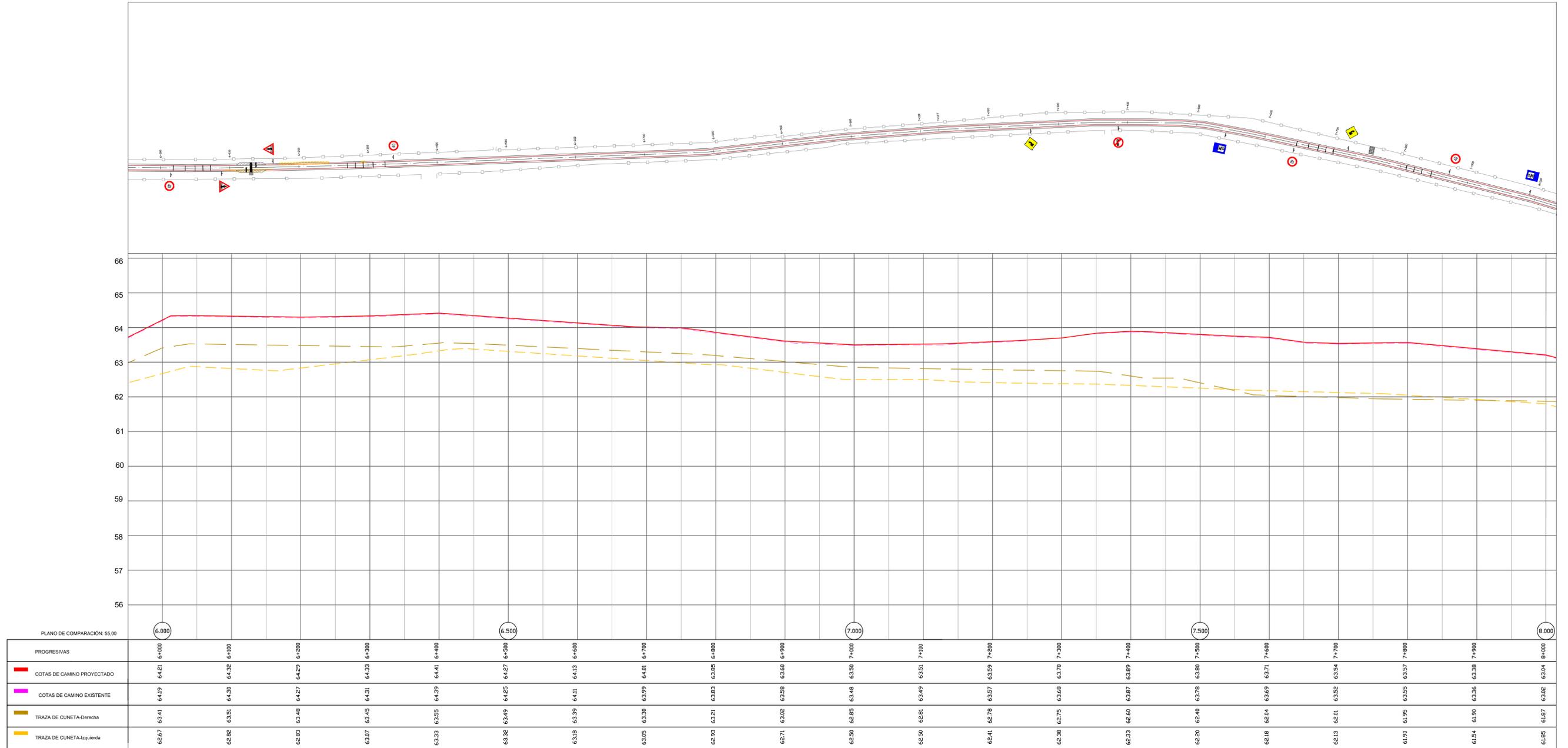
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Planialtimetría Ruta Provincial N°43

Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel	Año: 2023 EH 1:3.000 EV 1:300 Plano N°14.4
---	---

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N°43
 Prog. 6+000 a Prog. 8+000
 ESC.: 1:3000



REFERENCIAS

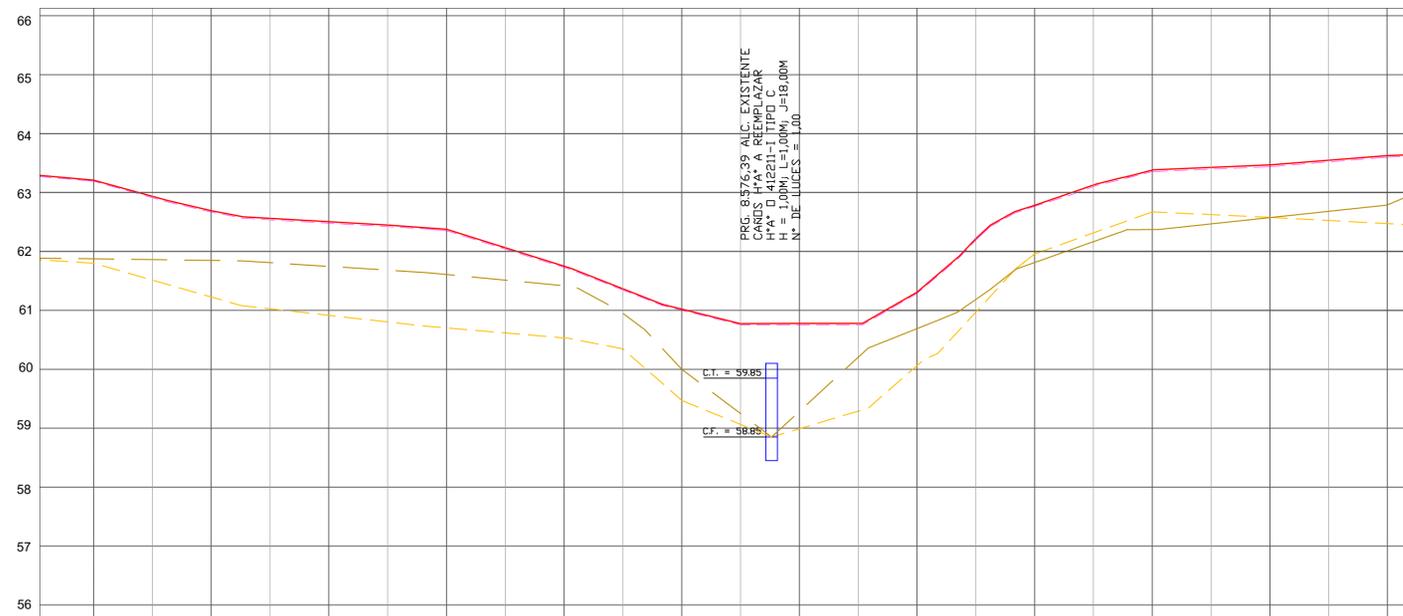
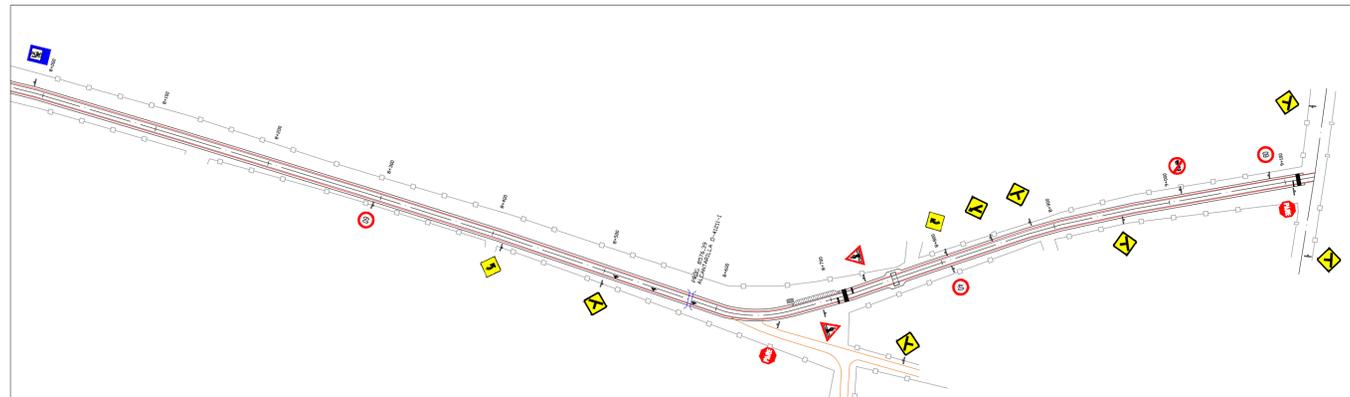
- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- ALCANTARILLA
- REFUGIO DE PASAJEROS EXISTENTES
- DARSENA Y RAQUETA DE GIRO A EJECUTAR
- DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EXISTENTE

FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
 Desarrollo y planificación de infraestructura vial en
 el corredor Corrientes - Santa Ana

Planialtimetría Ruta Provincial N°43

Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel	Año: 2023 EH 1:3.000 EV 1:300 Plano N°14.5
--	---

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N°43
 Prog. 8+000 a Prog. 9+100
 ESC.: 1:3000



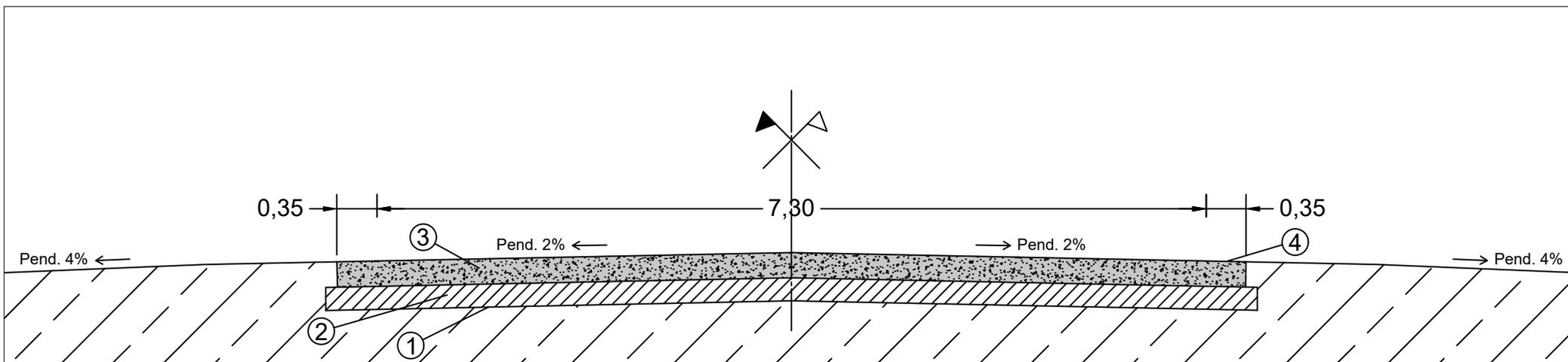
PLANO DE COMPARACIÓN: 56.00

PROGRESIVAS	8+000	8+100	8+200	8+300	8+400	8+500	8+600	8+700	8+800	8+900	9+000	9+100
COTAS DE CAMINO PROYECTADO	63.04	62.69	62.49	62.37	61.75	61.02	60.78	61.30	62.78	63.38	63.46	63.61
COTAS DE CAMINO EXISTENTE	63.02	62.67	62.47	62.35	61.73	61.00	60.76	61.28	62.76	63.36	63.44	63.59
TRAZA DE CUNETEA-Derecha	61.87	61.85	61.75	61.61	61.42	60.09	59.28	60.69	61.81	62.37	62.79	62.68
TRAZA DE CUNETEA-Izquierda	61.85	61.31	60.92	60.69	60.43	59.47	58.99	59.06	61.96	62.67	62.58	62.39

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- ALCANTARILLA
- REFUGIO DE PASAJEROS EXISTENTES
- DARSENA Y RAQUETA DE GIRO A EJECUTAR
- DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EXISTENTE

	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
	Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana
Planialtimetría Ruta Provincial N°43	
Autores:	
<ul style="list-style-type: none"> - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel 	Año: 2023 EH 1:3.000 EV 1:300 Plano N°14.6



- ① Subrasante natural
- ② Base de suelo cemento al 7% - e = 20 cm
- ③ Calzada de H°A tipo H-30 - e = 22 cm
- ④ Sobre ancho de calzada de 35cm



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en
el corredor Corrientes - Santa Ana

Paquete estructural RP N°99

Autores:

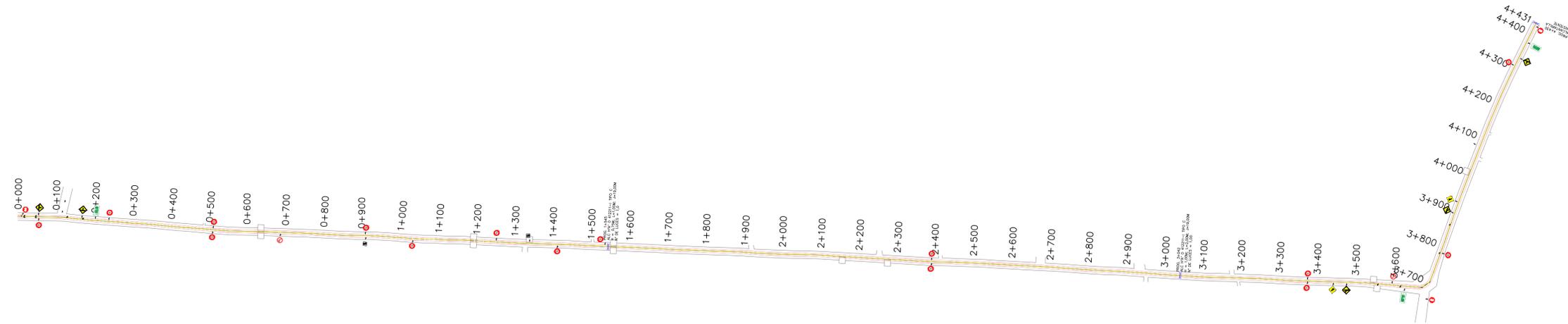
- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023

ESC 1:50

Plano N°15

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N° 99
Pr 0+ a Pr 4+430



PERFIL LONGITUDINAL Eje (Deformación vertical: 10.00)



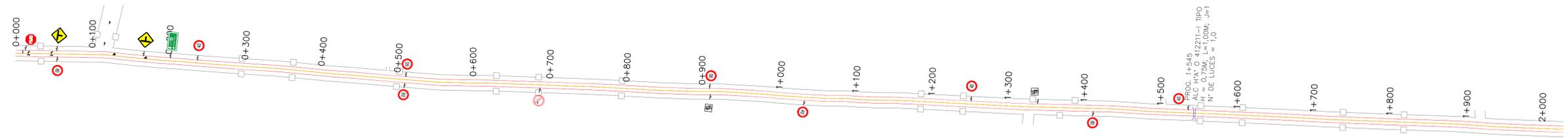
PROGRESIVAS	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000	2+100	2+200	2+300	2+400	2+500	2+600	2+700	2+800	2+900	3+000	3+100	3+200	3+300	3+400	3+500	3+600	3+700	3+800	3+900	4+000	4+100	4+200	4+300	4+400	4+430.99
COTA DE CAMINO PROYECTADO	60.17	62.99	60.07	60.01	57.00	60.13	61.78	63.97	64.64	63.39	64.38	64.77	63.80	62.34	59.34	57.28	58.68	58.94	56.90	58.14	62.95	61.99	61.99	62.64	63.00	62.60	59.94	58.09	60.71	58.45	60.13	64.70	62.87	59.44	58.45	60.20	61.01	62.45	56.02	56.12	55.95	54.57	54.61	59.45	
COTA CAMINO EXISTENTE	60.06	63.00	60.00	60.00	57.00	60.22	61.69	64.00	64.64	63.48	64.52	64.77	63.82	62.33	59.45	57.29	58.67	59.00	56.85	58.14	62.96	62.00	62.00	62.67	63.00	62.58	59.94	58.09	60.71	58.72	60.15	64.72	62.87	59.44	58.40	60.23	61.01	62.49	56.00	56.08	55.99	54.57	54.66	59.45	

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- CONTROL POLICIAL

	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE	
	Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana	
Planialtimetría Ruta Provincial N°99		
Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel		Año: 2023 ESC S/E Plano N°16.1

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N° 99
Pr 0+000 a Pr 2+000
ESC.: 1: 3000



PERFIL LONGITUDINAL Eje (Deformación vertical: 10.00)



PROGRESIVAS	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900
COTA DE CAMINO PROYECTADO	60.17	62.99	60.07	60.01	57.00	60.13	61.78	63.97	64.64	63.39	64.38	64.78	63.80	62.34	59.34	57.28	58.68	58.94	56.90
COTA DE CAMINO EXISTENTE	60.06	63.00	60.00	60.00	57.00	60.22	61.69	64.00	64.64	63.48	64.52	64.77	63.82	62.33	59.45	57.29	58.67	59.00	56.85

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- CONTROL POLICIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

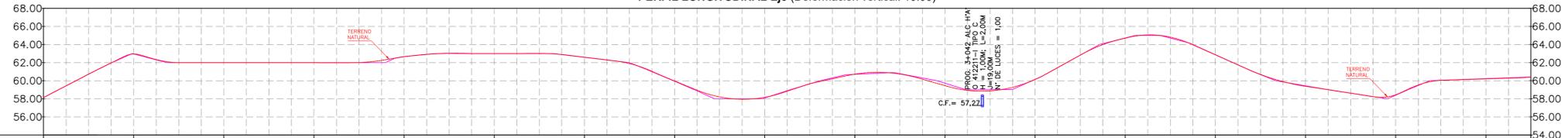
Planialtimetría Ruta Provincial N°99

Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel	Año: 2023 EH 1:3.000 EV 1:300 Plano N°16.2
---	---

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N° 99
Pr 2+000 a Pr 3+650
ESC.: 1:3000



PERFIL LONGITUDINAL Eje (Deformación vertical: 10.00)



PROGRESIVAS	2+100	2+200	2+300	2+400	2+500	2+600	2+700	2+800	2+900	3+000	3+100	3+200	3+300	3+400	3+500	3+600
COTA DE CAMINO PROYECTADO	62.95	61.99	61.99	62.64	63.00	62.60	59.97	58.16	60.73	59.45	60.13	64.70	62.86	59.38	58.45	60.23
COTA DE CAMINO EXISTENTE	62.96	62.00	62.00	62.67	63.00	62.58	59.94	58.09	60.71	59.72	60.15	64.72	62.87	59.44	58.40	60.23

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- CONTROL POLICIAL

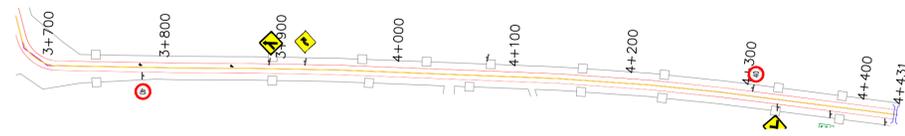
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana

Planialtimetría Ruta Provincial N°99

Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel	Año: 2023 EH 1:3.000 EV 1:300 Plano N°16.3
---	---

PLANIALTIMETRÍA RUTA PROVINCIAL N° 99
Pr 3+650 a Pr 4+435
ESC.: 1:3000



PERFIL LONGITUDINAL Eje (Deformación vertical: 10.00)

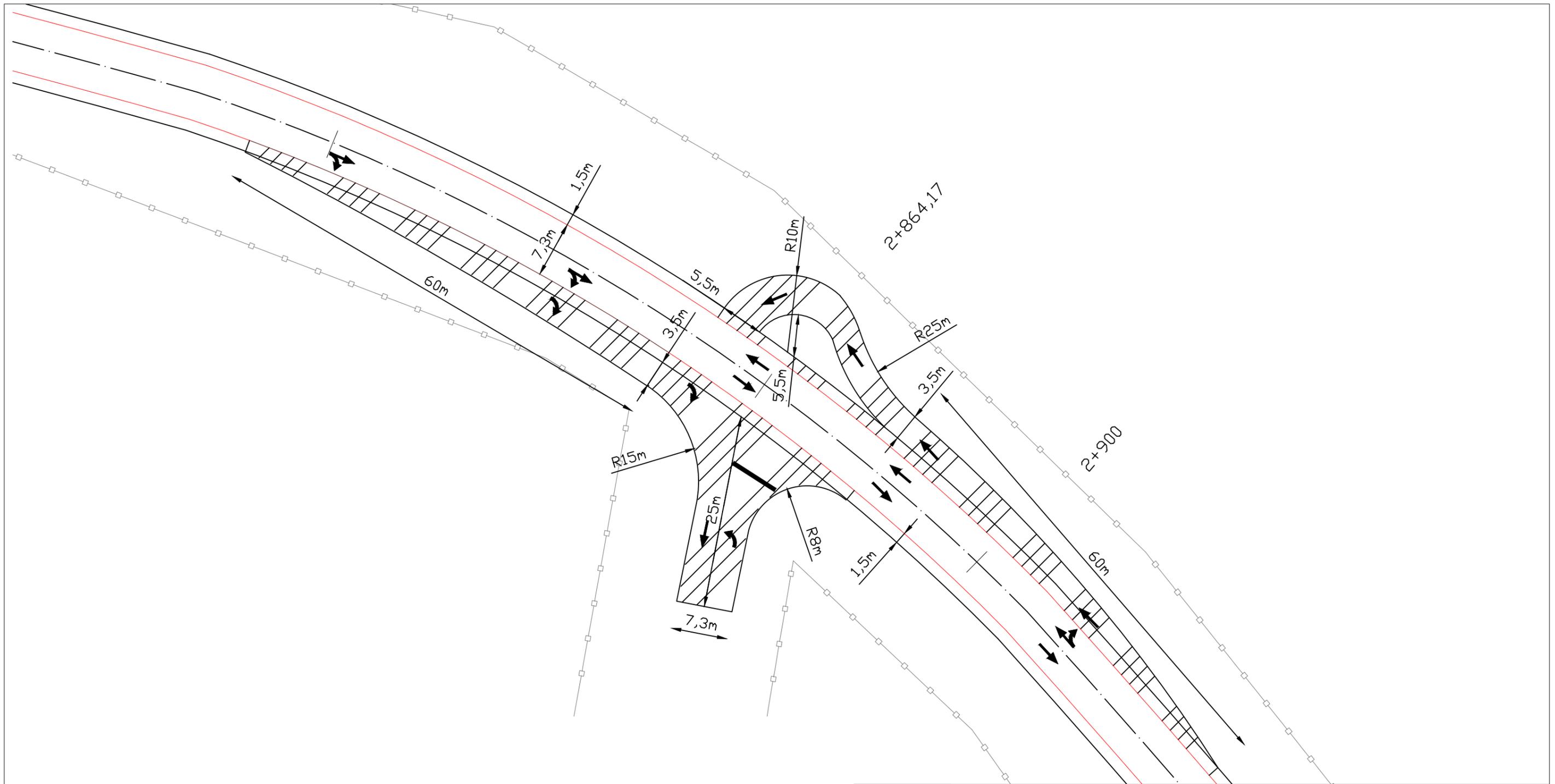


PROGRESIVAS	3+700	3+800	3+900	4+000	4+100	4+200	4+300	4+400	4+435
COTA DE CAMINO PROYECTADO	61.16	62.45	56.02	56.12	55.95	54.56	54.61	59.45	59.48
COTA DE CAMINO EXISTENTE	61.01	62.49	56.00	56.08	55.99	54.57	54.66	59.48	59.48

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- CONTROL POLICIAL

	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana
	Planialtimetría Ruta Provincial N°99
Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel	Año: 2023 EH 1:3.000 EV 1:300 Plano N°16.4



REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE

Desarrollo y planificación de infraestructura vial en
el corredor Corrientes - Santa Ana

Intersección RP N°43 con RP N°99

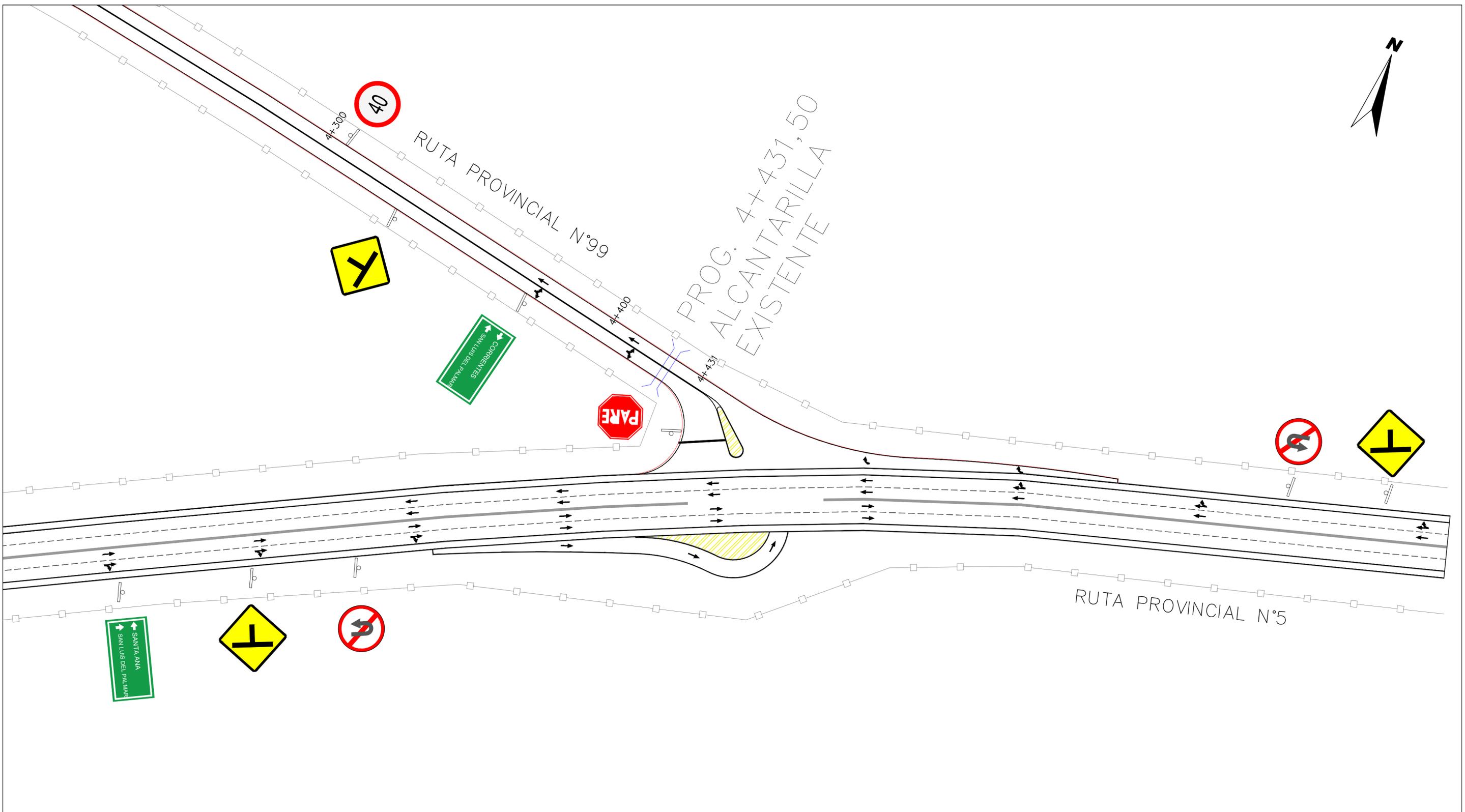
Autores:

- Fagúndez, Matías Gabriel
- Romero, José Nahuel

Año: 2023

ESC 1:500

Plano N°17



PROG. 4+431,50
ALCANTARILLA
EXISTENTE

RUTA PROVINCIAL N°99

RUTA PROVINCIAL N°5

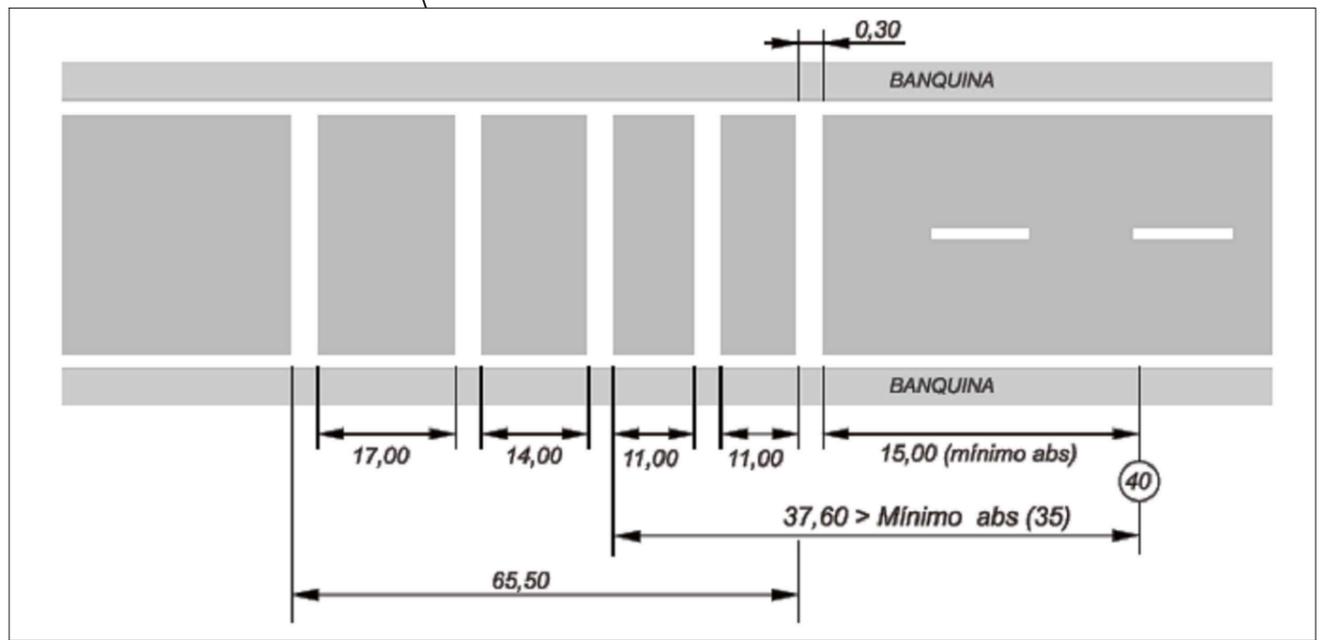
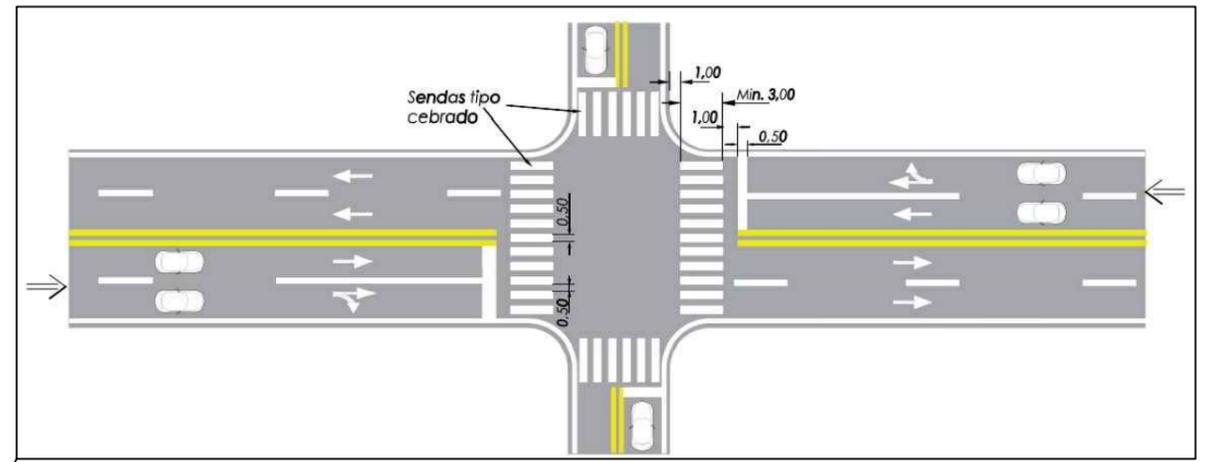
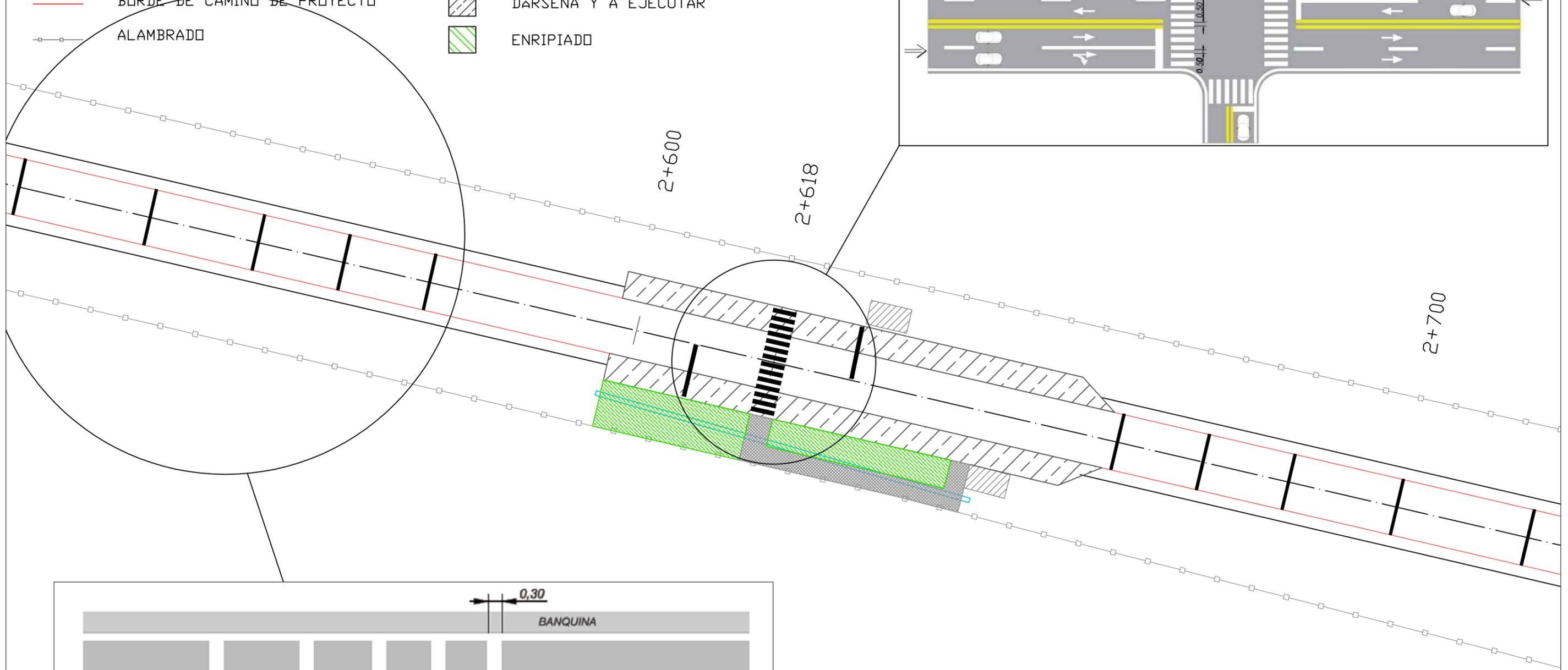
REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- ◻- ALAMBRADO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO

 UNNE	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE	
	Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana	
Intersección entre RP N°99 y RP N°5		
Autores:		Año: 2023
- Fagúndez, Matías Gabriel		ESC 1:750
- Romero, José Nahuel		Plano N°18

REFERENCIAS

- EJE DE CAMINO
- BORDE DE CAMINO DE PROYECTO
- ALAMBRADO
- REFUGIO DE PASAJEROS EXISTENTES
- DARSENA Y A EJECUTAR
- ENRIPIADO



	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNNE
	Desarrollo y planificación de infraestructura vial en el corredor Corrientes - Santa Ana
Señalización horizontal RP N°43 prog. 2+618 m	
Autores: - Fagúndez, Matías Gabriel - Romero, José Nahuel	Año: 2023 ESC 1:500 Plano N°19