

AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL EN ETAPA DE OPERACIÓN



AUTORES:

BUYATTI SPECIALE, Lucas Andrés
GONZÁLEZ, Natasha Elizabeth
GROSSI, Francisco Joel

TUTOR:

Ing. ALTAMIRANO, Túlio

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ASPECTOS GENERALES.....	1
1.2 FUNDAMENTOS DEL TRABAJO.....	1
1.3 IMPORTANCIA DE LAS AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL	4
1.4 OBJETIVO DEL TRABAJO.....	5
1.5 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	6
1.6 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA	9
1.7 ESTUDIOS BÁSICOS.....	10
1.7.1 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	10
1.7.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	10
1.7.3 ESTUDIO DEL TRÁNSITO	10
1.7.3.1 Determinación del tránsito medio diario anual.....	11
1.7.3.2 Tasa de crecimiento.	12
1.7.3.3 Estimación TMDA intersecciones.....	16
1.7.3.4 Nivel de servicio.....	17
1.8 MATERIALES.....	18
1.9 MÉTODOS	18
2. AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL	19

2.1 SEGURIDAD NOMINAL.....	21
2.1.1 CALZADA.....	21
2.1.1.1 Ancho de calzada	21
2.1.1.2 Evaluación del Pavimento.....	23
2.1.2 COSTADO DE CALZADA.....	30
2.1.2.1 Zona de Camino.....	30
2.1.2.2 Banquinas.....	32
2.1.2.3 Zona Despejada	39
2.1.2.4 Taludes	43
2.1.2.5 Cunetas	46
2.1.2.6 Contrataludes.....	49
2.1.2.7 Tendido eléctrico.....	50
2.1.2.8 Objetos Peligrosos.....	51
2.1.3 CURVAS.....	53
2.1.3.1 Radio mínimo absoluto y Radio mínimo deseable.....	55
2.1.3.2 Sobreanchos	58
2.1.3.3 Distancia Visual de Detención (DVD) en curvas horizontales.....	60
2.1.4 DRENAJE.....	65
2.1.4.1 Puentes	65
2.1.4.2 Alcantarillas.....	81

2.1.5 INTERSECCIONES Y ACCESOS	85
2.1.5.1 Intersecciones.....	85
2.1.5.2 Accesos	105
2.1.5.3 Accesos a caminos rurales	105
5.1.5.4 Accesos a estaciones de servicio.....	107
2.1.6 DISTANCIAS VISUALES	110
2.1.7 SEÑALIZACIÓN	115
2.1.7.1 Señalamiento Vertical.....	115
2.1.7.2 Señalamiento Horizontal.....	120
2.1.8 ILUMINACIÓN	138
2.1.9 PARADAS DE ÓMNIBUS	142
2.1.10 ROTONDAS.....	150
2.1.10.1 Normativas de 1980	150
2.1.10.2 Comparación entre normas.....	152
2.2 SEGURIDAD SUSTANTIVA	158
2.2.1 ACCIDENTES DE TRÁNSITO	158
2.2.2 EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO.	159
2.2.2.1 Análisis Cuantitativo de Accidentes.....	159
2.2.2.2 Análisis de la Tipología de Accidentes.....	163
2.2.2.3 Análisis de la Severidad de los Accidentes.....	172

2.2.3 Tramo de concentración de accidentes (TCA).....	173
2.3 CONCLUSIONES DE LA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL.....	176
3. RECOMENDACIONES DE SOLUCIONES	178
3.1 PRESUPUESTO.....	209
4. RECOMENDACIONES GENERALES.....	211
5. CONCLUSIONES	214
ANEXOS	215
BIBLIOGRAFÍA	254

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ASPECTOS GENERALES

La infraestructura vial constituye un pilar fundamental para el desarrollo de un país, facilitando la movilidad de bienes y personas, impulsando la economía y garantizando la conectividad entre regiones, por lo tanto, su diseño y mantenimiento debe responder a estándares actualizados que contemplan la evolución del tránsito y los avances tecnológicos en el sector del transporte.

En este contexto, resulta imprescindible la modernización de los estándares viales en Argentina, con el fin de mejorar la seguridad y eficiencia del tránsito, así como prevenir siniestros mediante herramientas de evaluación como las auditorías de seguridad vial.

El presente trabajo se basa en la realización de una auditoría en el tramo comprendido entre los kilómetros 1.010 y 1.045 de la Ruta Nacional N.º 11 implementando una metodología específica avalada por profesionales, siguiendo los lineamientos de la Guía de Auditorías de Seguridad Vial del Ministerio de Transporte de Argentina. Este enfoque garantiza un análisis riguroso, alineado con estándares nacionales e internacionales, permitiendo un diagnóstico preciso del estado actual de la infraestructura y la identificación de mejoras estratégicas para reducir accidentes y optimizar la seguridad vial.

1.2 FUNDAMENTOS DEL TRABAJO

En Argentina, muchas de las rutas nacionales fueron diseñadas bajo la Norma VN67, cuya última actualización significativa data de 1980 lo que ha llevado a tener diseños geométricos concebidos en una época en la que los criterios de planificación no consideraron aspectos fundamentales de seguridad vial. Si bien en 2010 la Dirección Nacional de Vialidad impulsó la Normativa A10 con lineamientos actualizados, la misma aún no ha sido adoptada oficialmente, lo que refleja la falta de un marco regulatorio dinámico capaz de adaptarse a los cambios en la movilidad.

Un aspecto clave a considerar es la modificación de la Ley Nacional de Tránsito de Argentina (Ley N° 24.449) que busca adaptarse a las necesidades actuales, y establece nuevos límites de velocidad señalizados. Sin embargo, estos cambios administrativos han alterado las velocidades de operación sin que se hayan realizado las adaptaciones necesarias en el diseño vial. Esta discrepancia puede generar condiciones de riesgo adicionales, ya que la infraestructura existente no siempre está preparada para soportar los nuevos parámetros de circuito.

Con el paso de los años, la seguridad vial se ha convertido en una preocupación central. Factores como el cambio en la composición del tránsito, las exigencias de circulación, el rápido crecimiento del parque automotor, el aumento en la velocidad de operación de los vehículos, el aumento en la cantidad y edad de los conductores, y las limitaciones económicas del país que han dificultado la expansión de la red vial en concordancia con el crecimiento vehicular han generado un entorno cada vez más propenso a los accidentes, y aunque la mayoría de los trazados nacionales han recibido intervenciones de mantenimiento, no han sido objeto de una lectura integral que contemple los principios de seguridad vial actuales.

En Argentina, la alta tasa de siniestralidad vial sigue siendo una preocupación constante. Mientras que en muchos países se han implementado políticas efectivas de seguridad vial, logrando una notable reducción en las tasas de accidentes y mortalidad, en nuestro país la tendencia ha sido opuesta. La siguiente tabla muestra la evolución de los fallecidos en accidentes de tránsito entre 1990 y 2014 en distintos países:

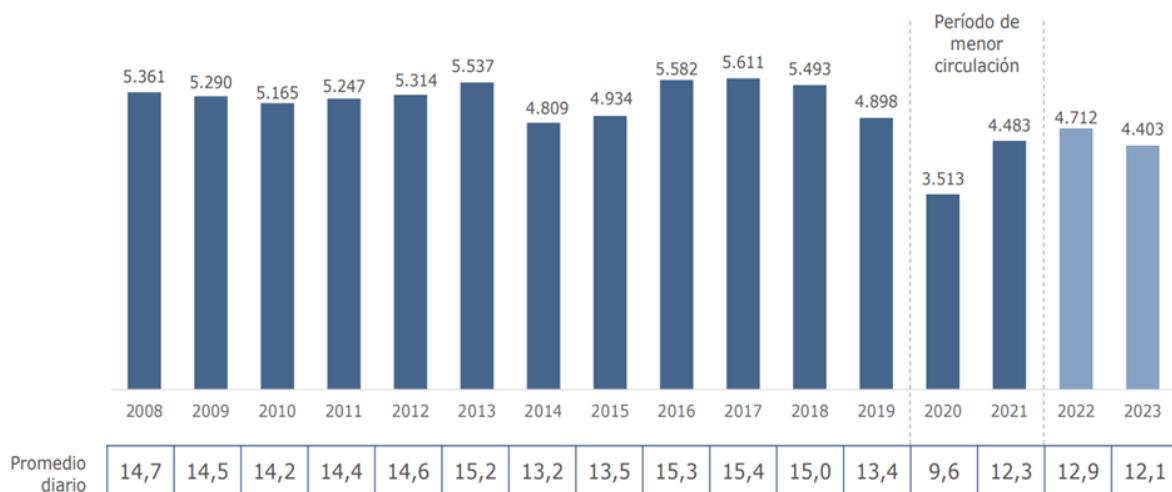
Tabla 1.1: Evolución de la cantidad de fallecidos en accidentes de tránsito (1990-2014). (Fuente: Luchemos por la Vida).

Evolución de la cantidad de fallecidos en accidentes de tránsito					
Año	Suecia	Holanda	EE.UU.	España	Argentina
1990	772	1.376	44.599	9.032	7.075
2000	591	1.082	41.495	5.777	7.545
2008	397	677	37.423	3.100	8.205
2012	285	566	33.561	1.903	7.485
2014	282	570	32.675	1.680	7.613
Disminución 1990-2014	-63%	-59%	-27%	-81%	8%

Como se observa, países como España, Suecia y Holanda han logrado reducciones significativas en la cantidad de fallecidos por siniestros viales, en contraste, Argentina presenta un incremento del 8% en el mismo período, evidenciando la falta de medidas efectivas para abordar el problema.

Actualmente los registros de siniestros viales de los últimos años no reflejan una mejora significativa en la reducción de los accidentes.

Tabla 1.2: Víctimas fatales en valores absolutos y variación porcentual | Período 2.008-2.023 (años 2.022 y 2.023 parcial y preliminar). (Fuente: Elaborado por la Dirección de Estadística Vial (DNOV - ANSV)).



Frente a este contexto, las auditorías de seguridad vial se presentan como una herramienta clave para evaluar el desempeño de las carreteras y detectar deficiencias que comprometen la seguridad de los usuarios.

En particular, el tramo testigo de la Ruta Nacional N.^o 11 comprendido entre el kilómetro 1.010 y el 1.045, presenta condiciones que justifican la realización de una auditoría de seguridad vial.

En primer lugar, presenta un alto número de accidentes registrados, muchos de los cuales tuvieron consecuencias graves. Además, el tramo en estudio presenta un flujo vehicular diario de aproximadamente 8.000 vehículos, con una tendencia creciente en los últimos años. Este incremento en la circulación genera una mayor exigencia sobre la infraestructura vial existente, lo que hace necesario evaluar su capacidad actual y analizar la posibilidad de ampliación para garantizar condiciones óptimas de circulación y seguridad.

Este sector de la ruta desempeña un papel clave en la economía regional, ya que es un corredor fundamental para el transporte de productos agrícolas y ganaderos, actividades económicas de gran relevancia para la zona. Asimismo, la vía proporciona acceso a servicios esenciales como educación, salud y comercio, beneficiando a las comunidades locales.

El crecimiento poblacional en localidades como Margarita Belén y Colonia Benítez, sumado al aumento de frentistas y la expansión de nuevos desarrollos inmobiliarios, ha transformado significativamente la demanda sobre esta vía. En los últimos años, se ha observado un acelerado crecimiento de barrios privados y loteos para urbanizaciones, lo que ha modificado la tipología y el uso de la infraestructura existente. Esta situación plantea nuevos desafíos en términos de seguridad vial y planificación urbana, haciendo imprescindible la implementación de estrategias que permitan adaptar la ruta a las necesidades actuales y futuras de la región.

Ante esta situación, se vuelve indispensable una evaluación técnica mediante una auditoría exhaustiva que permita diagnosticar los riesgos existentes, identificar puntos críticos y recomendar correctivas adecuadas para mejorar las condiciones de seguridad para todos los usuarios de la vía, reduciendo el riesgo de siniestros y optimizando la funcionalidad del corredor.

Si bien existe un proyecto para transformar el tramo en estudio en una autovía, hasta el momento la obra solo ha avanzado hasta el kilómetro 1.010, punto donde comienza el análisis. No obstante, dado el contexto económico actual del país donde la ejecución de grandes infraestructuras podría no ser viable en el corto plazo, la presente auditoría permite evaluar la seguridad vial del tramo y establecer prioridades de intervención en función de las deficiencias detectadas, permitiendo optimizar los recursos disponibles y sugerir soluciones efectivas de menor envergadura que garanticen un tramo seguro para los usuarios.

Llevar adelante este trabajo representa una oportunidad invaluable para desarrollar una visión técnica y analítica, comprendiendo la importancia de aplicar metodologías estructuradas en la evaluación de infraestructuras viales. Este proceso no solo fortalece la formación profesional de los alumnos, sino que también fomenta una apertura mental esencial para abordar los desafíos de la ingeniería con un enfoque crítico, fundamentado y orientado a soluciones efectivas.

1.3 IMPORTANCIA DE LAS AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL

Ante la necesidad de garantizar condiciones seguras de circulación, las auditorías de seguridad vial se consolidan como una herramienta fundamental para la identificación y corrección de deficiencias en la infraestructura. Una auditoría de seguridad vial es un examen sistemático e independiente de una carretera en cualquier fase de su ciclo de vida, con el objetivo de detectar factores de riesgo y recomendar intervenciones para mejorar la seguridad de los usuarios.

La implementación de Auditorías de Seguridad Vial (ASV) conlleva una serie de beneficios tanto cuantitativos como cualitativos. Entre los beneficios cuantitativos, se destaca la reducción de costos asociados a los siniestros viales, incluyendo los gastos en la reparación de la infraestructura y la asistencia a las personas afectadas. Estudios realizados en el Reino Unido indican que hasta un tercio de los accidentes podrían evitarse en una vía auditada en comparación con otra similar que no haya sido evaluada, e incluso algunas investigaciones sugieren reducciones de hasta un 50 %. Además, la implementación de mejoras planificadas desde la etapa de diseño genera una disminución en los costos a lo largo de la vida útil del proyecto, ya que reduce la necesidad de medidas posteriores a la construcción mediante la adopción de medidas preventivas. También se optimizan los recursos destinados al personal técnico encargado de desarrollar los estudios de seguridad vial.

Por otro lado, los beneficios cualitativos se reflejan en un mayor grado de concientización sobre la importancia de la seguridad vial en todas las etapas del desarrollo de un proyecto. La aplicación de auditorías promueve una cultura de prevención y responsabilidad, asegurando que los criterios de seguridad sean considerados desde el diseño hasta la ejecución y mantenimiento de la infraestructura, lo que contribuye significativamente a la reducción de riesgos y a la mejora de las condiciones de circulación.

Según la Resolución N° 1.232/2.001 del Ministerio de Educación, en su ANEXO V-4, las actividades profesionales reservadas al título de Ingeniero Civil incluyen, entre otras, el estudio, factibilidad, proyecto, dirección, inspección, construcción, operación y mantenimiento de obras viales y ferroviarias. Asimismo, el ingeniero civil está habilitado para llevar a cabo estudios, tareas y asesoramiento en planeamiento de sistemas de transporte, estudios de tránsito en rutas y ciudades, así como en arbitrajes, pericias y tasas relacionadas con estos ámbitos. Dado que las auditorías de seguridad vial permiten detectar errores en el diseño y construcción de las rutas y proponer mejoras en la infraestructura, es evidente que la competencia profesional en esta materia recae en el Ingeniero Civil.

Las facultades de Ingeniería Civil en Argentina definen los alcances del título de Ingeniero Civil conforme al contenido curricular de sus programas académicos, alineados con las actividades reservadas establecidas por el Ministerio de Educación. Un análisis de los programas de diseño de caminos en diez facultades de universidades nacionales y privadas muestra que la enseñanza en esta área está mayormente orientada al diseño geométrico de curvas horizontales y verticales, el trazado vial y la sección transversal del camino, siguiendo la normativa vigente de la Dirección Nacional de Vialidad. En la mayoría de los casos (7 de 10 universidades analizadas), estos contenidos aún se basan en normativas elaboradas por el Ing. Federico Rühle en 1.967 y su actualización de 1.980.

Como resultado, los egresados de Ingeniería Civil adquirieron una formación centrada en el diseño y cálculo analítico de curvas viales, ejecución de replanteos y optimización del trazado de la rasante, además del diseño hidráulico de alcantarillas y puentes. Este enfoque técnico, conocido como "ingeniería dura del diseño geométrico vial y estructural de pavimentos", omite en gran medida la integración de criterios de seguridad vial en el diseño geométrico de caminos, lo que limita la preparación de los futuros ingenieros para la realización de auditorías de seguridad vial. Por lo que se invita a debatir sobre estos temas para poder actualizar los programas de estudio debido a la evolución de la investigación en seguridad vial desde los años 90 para introducir nuevos conceptos claves de manera que los profesionales egresados estén mejor preparados para enfrentar los desafíos de la seguridad vial y puedan asumir con plena competencia la tarea de realizar auditorías en infraestructuras de transporte.

Esto es un tema no menor debido a que las políticas actuales en la República Argentina abren la posibilidad a un nuevo sistema de concesión para la operación y mantenimiento de tramos de la Red Vial Nacional mediante el cual el sector privado será quien los gestione. Donde Vialidad Nacional, organismo descentralizado actuante en el ámbito de la Secretaría de Transporte, será la autoridad encargada de supervisar y controlar los contratos de concesión actuales y futuros, asegurando su cumplimiento en beneficio de los usuarios y el desarrollo de la infraestructura vial mediante un exhaustivo control por resultados de las calzadas lo que permitirá contar información constante y completa sobre el estado de las superficies de rodamiento para asegurar la circulación segura y confortable en todas las trazas. Por lo expuesto anteriormente es fundamental formar profesionales con una visión integral, dando criterios que permitan tener un espíritu crítico, enfocado prioritariamente en la seguridad, en las distintas etapas de la construcción de una ruta.

1.4 OBJETIVO DEL TRABAJO

El presente estudio se enfoca en una auditoría en la etapa de operación, es decir, sobre una carretera en funcionamiento. Esta modalidad permite evaluar la interacción real de los usuarios con la infraestructura, identificando factores de riesgo que pueden no haber sido previstos en la fase de diseño. Para ello, se aplican los criterios y metodologías establecidas en la Guía de Auditorías de Seguridad Vial del Ministerio de Transporte de Argentina, garantizando un análisis estructurado y alineado con las mejores prácticas del sector.

Mediante la auditoría, el equipo de trabajo procede a analizar las evidencias recopiladas en el trabajo de campo para luego elaborar un informe que debe determinar si los problemas identificados representan factores reales o potenciales que pueden desencadenar accidentes, además de evaluar la gravedad de los siniestros más probables.

Como resultado de este proceso, se formulan las recomendaciones pertinentes para cada deficiencia identificada, sin necesidad de especificar los detalles técnicos de las soluciones propuestas, pero garantizando que las intervenciones contempladas contribuyan a la mejora de la seguridad vial en el tramo analizado.

1.5 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Ruta Nacional 11 es una carretera de la red troncal de Argentina, que une las provincias de Santa Fe, Chaco y Formosa. Se denomina de jure Carretera Juan de Garay, por Decreto n.º 25.954/44. Desde que nace en la Circunvalación de Rosario hasta que termina, en el Puente internacional San Ignacio de Loyola, en la frontera con Paraguay, con una extensión total de 988 km totalmente pavimentados.

En su recorrido conecta tres capitales provinciales (Santa Fe de la Veracruz, Resistencia y Formosa), con uno de los aglomerados urbanos más poblados del país (Rosario). Esta ruta no solo facilita el tránsito interno entre estas ciudades, sino que también, a través de las conexiones viales con la región de la Mesopotamia y su extensión hasta la frontera con Paraguay, facilita la conexión con dos capitales provinciales adicionales (Paraná y Corrientes) y una capital nacional (Asunción del Paraguay). Es por ello que este corredor norte - sur es un pilar fundamental para el comercio y desarrollo de la región.



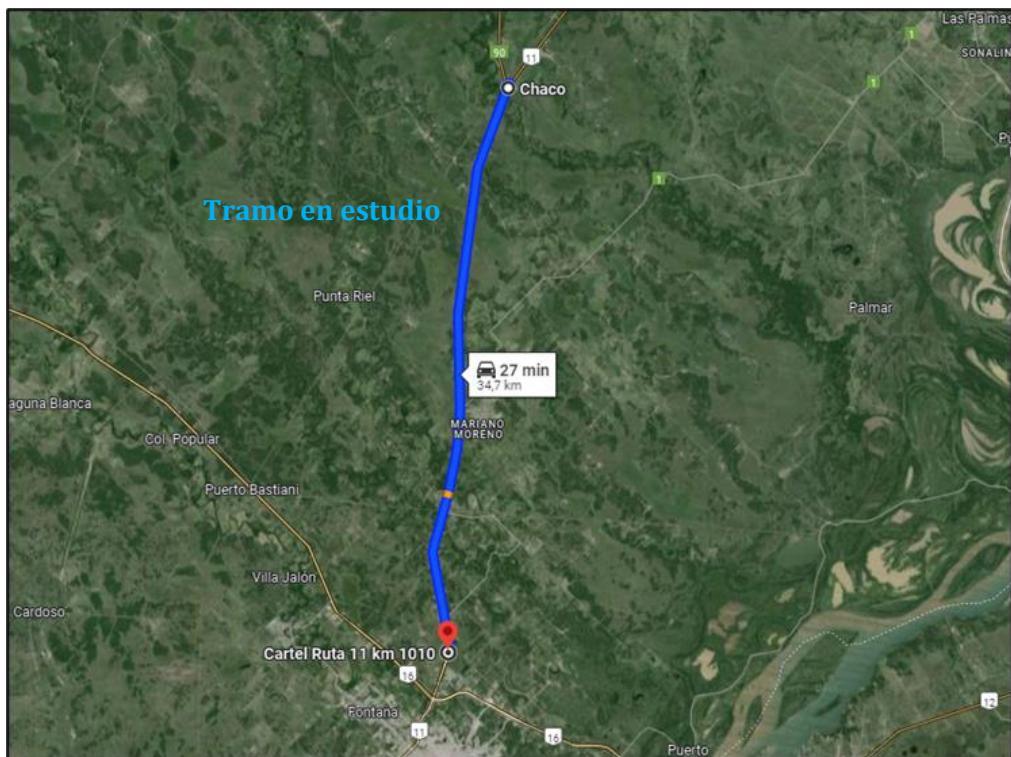
Figura 1.1. Recorrido de la Ruta Nacional N.º 11, longitud total: 988 km. (Fuente: Wikipedia).



Fotografía 1.2. Localización de la Provincia de Chaco en Argentina. (Fuente: Wikipedia).



Fotografía 1.3. Localización del tramo en la provincia de Chaco. (Fuente: Google Earth).



Fotografía 1.4. Tramo de estudio RN N.º 11, Km 1.010 a Km 1.045. (Fuente: Google Earth).



Figura 1.5. Mapa esquemático de los principales cruces del tramo de estudio. (Fuente: Wikipedia).

1.6 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

La región auditada presenta las siguientes características:

Clima: Subtropical húmedo, con precipitaciones concentradas en primavera y verano.

Suelos: Predominio de suelos arcillosos, susceptibles a deformaciones por humedad.

Actividad económica: Principalmente agrícola y ganadera, con transporte intensivo de productos como soja, algodón y carne.

Población: Asentamientos rurales dispersos y algunas localidades periurbanas cercanas a la ruta, como Colonia Benítez y Margarita Belén, que funcionan como ciudades dormitorio de Resistencia.

Infraestructura: Presencia de puentes menores y alcantarillas, con señalización horizontal y vertical variable en su calidad. Parte de la señalización horizontal requiere renovación y la vertical presenta deterioros significativos.

El relieve de este tramo se caracteriza por ser predominantemente llano, propio de la región chaqueña. Este tipo de relieve favorece la acumulación de agua en caso de precipitaciones intensas, generando problemas de drenaje que impactan tanto en la infraestructura vial como en los terrenos adyacentes. La escasa pendiente natural demanda un diseño y mantenimiento adecuado de sistemas de drenaje para prevenir inundaciones y deterioro del pavimento.

1.7 ESTUDIOS BÁSICOS

1.7.1 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Con el objetivo de obtener una caracterización precisa de los suelos en la zona de estudio, la Dirección Nacional de Vialidad realizó una serie de ensayos mediante 4 calicatas distanciadas cada 10 kilómetros aproximadamente, lo que permitió tomar muestras de suelo para la realización de: granulometrías, límite líquido, límite plástico, Proctor, y valor soporte, hinchamiento, determinación de sales y sulfatos. Además de poder analizar las propiedades físico-mecánicas de los diferentes estratos del terreno, se pudo observar la densificación de las capas constitutivas del paquete de pavimento.

En términos generales, los suelos predominantes en esta zona son limo-arcillosos, compuestos mayoritariamente por materiales finos que influyen significativamente en su comportamiento mecánico y su capacidad para soportar las cargas estructurales de las vías.

En general, los suelos de la región son en su mayoría limo – arcillosos, compuestos predominantemente por materiales finos que los hace susceptibles a presentar problemas de drenaje debido a su alto índice de plasticidad, lo implica una elevada capacidad de retención de agua y una tendencia a la expansión y contracción debido a los cambios de humedad. Esto puede ocasionar problemas de estabilidad en las bases y subbases de pavimentos. Además, la baja capacidad de soporte de estos suelos puede comprometer la durabilidad y la capacidad de carga de las estructuras viales, especialmente bajo condiciones de tráfico pesado o prolongado.

En el Anexo, se muestra un resumen de los ensayos realizados en las distintas muestras de las calicatas.

1.7.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Los estudios topográficos fueron llevados a cabo por la DNV. Posteriormente, los datos obtenidos fueron procesados mediante el programa Civil 3D, con el objetivo de generar los perfiles transversales, la planimetría y la planialtimetría correspondientes.

El tramo de Ruta analizado se caracteriza por presentar una topografía predominantemente llana, típica de las llanuras chaqueñas, con pendientes suaves que rara vez superan el 1%.

1.7.3 ESTUDIO DEL TRÁNSITO

El análisis del tránsito resulta fundamental para determinar el caudal vehicular actual y realizar proyecciones precisas sobre su evolución futura, dado que este factor constituye una de las variables más determinantes en la planificación y desarrollo de obras viales.

En el tramo evaluado, se cuenta con un dispositivo de conteo vehicular proporcionado por Vialidad Nacional, cuyos datos han sido utilizados como base para el análisis del tráfico, garantizando un enfoque respaldado por información precisa y representativa.

1.7.3.1 Determinación del tránsito medio diario anual.

En el contexto de proyectos viales, y particularmente en el caso del mejoramiento de un camino existente, es fundamental determinar el flujo vehicular que transita por la vía en cuestión. Asimismo, resulta crucial proyectar cómo evolucionará dicho flujo a lo largo del tiempo estimado para la obra, considerando tanto su crecimiento como los cambios en los tipos de tráfico.

La Dirección Nacional de Vialidad emplea el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) como indicador clave. Este parámetro representa el promedio de vehículos que pasan por un punto específico de la vía durante un periodo de 24 horas a lo largo de un año. Para calcular los valores de diseño del camino, se pueden utilizar diversas metodologías, como la extrapolación de datos provenientes de contadores instalados en vías relacionadas. Sin embargo, en este caso, se dispone de un contador de Vialidad Nacional ubicado directamente en el tramo bajo estudio, lo que proporciona datos más precisos.

Es importante considerar que diversos factores pueden influir en las variaciones del tránsito. No obstante, desde un enfoque técnico, los datos censados por el sistema proporcionado por la Dirección Nacional de Vialidad constituyen la fuente más confiable para sustentar las proyecciones y el diseño vial.

Para determinar el tránsito normal del tramo, se emplean los datos registrados por el contador instalado por Vialidad Nacional, ubicado en las cercanías del kilómetro 1023 en sentido ascendente. Los valores recopilados se obtuvieron a través de la biblioteca virtual del organismo de su página.

18	Chaco	RESISTENCIA (SAL.) - INT.R.N.16	1004,94	1007,79			Area Urbana
18	Chaco	INT.R.N.16 - INT.R.P.90 (I)	1007,79	1044,76	8103	ver	Permanente
18	Chaco	INT.R.P.90 (I) - INT.R.P.56 (D) (A LA LEONESA)	1044,76	1060,16	3850		Cobertura
18	Chaco	INT.R.P.56 (D) (A LA LEONESA) - LTE.C/ FORMOSA	1060,16	1103,16	3450		Cobertura

Figura 1.3. Datos de TMDA. (Fuente: Vialidad Nacional).

Como se puede observar en las imágenes adjuntas, los datos provienen de observaciones permanentes, debido al contador fijo instalado en el tramo correspondiente. Se ha optado por utilizar estos valores, ya que, según el criterio de los responsables del análisis, son los más representativos y fiables disponibles.

Ruta: 0011

Distrito: 18 - Chaco

Límites del Tramo	Inicio	Fin	TMDA
INT.R.N.16 - INT.R.P.90 (I)	1007,79	1044,76	8103

Figura 1.4. Datos de TMDA. (Fuente: Vialidad Nacional).

Por lo tanto, el valor de TMDA (Tráfico Medio Diario Anual) utilizado como base para el análisis del diseño del tráfico corresponde a los datos de 2023, obtenidos del mismo tramo.

$$TMDA = 8103 \text{ vehículos / día.}$$

1.7.3.2 Tasa de crecimiento.

Para la estimación del TMDA de diseño, es necesario realizar una proyección del tránsito futuro. La variación temporal del tráfico depende de diversos factores. En este análisis, se emplearán varios parámetros y sus respectivos crecimientos, lo que permitirá calcular, mediante un promedio ponderado, la tasa de crecimiento más adecuada.

Los parámetros a considerar serán: población, consumo de combustible, TMDA y parque automotor.

Las proyecciones de crecimiento se calcularán con el método de Tasa Anual de Crecimiento (TAA), la cual se rige por la siguiente expresión:

$$TAA = \left(\frac{Valor\ final}{Valor\ inicial} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde "n" es el número de años entre los valores.

- Población

El corredor analizado corresponde a la ruta terrestre comercial Argentina-Paraguay, incluyendo también la conexión al interior productivo de la región del Chaco. Para este análisis, se emplearon datos proporcionados por el INDEC, correspondientes a los censos de 2010 y 2022, de las provincias de Chaco, Corrientes, Formosa y Santa Fe, los cuales fueron utilizados para calcular la tasa de crecimiento poblacional por su relación con el desarrollo del corredor.

Tabla 1.3. Valores obtenidos de Censos 2010. (Fuente: INDEC).

Datos de Censos		
PROVINCIA	CENSO 2010	CENSO 2022
Chaco	1.055.259	1.129.606
Corrientes	992.595	1.212.696
Formosa	530.162	607.419
Santa Fe	3.194.537	3.544.908

Entonces:

$$TAA_{Chaco} = \left(\frac{1.129.606}{1.055.259} \right)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0.0149$$

$$TAA_{Corrientes} = \left(\frac{1.212.696}{992.595} \right)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0.0168$$

$$TAA_{Formosa} = \left(\frac{607.419}{530.162} \right)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0.0114$$

$$TAA_{Santa Fe} = \left(\frac{3.544.908}{3.194.537} \right)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0.0087$$

Calculando en promedio:

$$TAA_{POBLACIÓN} = \frac{\sum_i^n TAA_i}{n} = \frac{0.0149 + 0.0168 + 0.0114 + 0.0087}{4} = \mathbf{0.013}$$

- Consumo de Combustible.

Los datos de consumo de combustible fueron extraídos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), a partir de los indicadores correspondientes al sector energético, los cuales reflejan el consumo de derivados del petróleo en el país. Se seleccionaron los valores representativos de los combustibles utilizados por los vehículos que comúnmente transitan el trayecto bajo análisis. Adicionalmente, se debe señalar que el cálculo del índice se limitará hasta el año 2019, ya que se observa una disminución significativa en el consumo debido a las restricciones impuestas por la pandemia y el aislamiento social, lo cual resulta no representativo para los fines del estudio.

Tabla 1.4. Valores obtenidos del Sector de energía. (Fuente: INDEC).

Consumo de derivados del petróleo en el país				
AÑO	Nafta Súper	Nafta Ultra	Gasoil	Total
2013	6.089.916	1.953.811	13.749.914	21.796.641
2019	6.877.749	2.293.601	13.396.213	22.567.563

$$TAA_{COMBUSTIBLE} = \left(\frac{22.567.563}{21.796.641} \right)^{\frac{1}{6}} - 1 = \mathbf{0.0058}$$

- TMDA

En el caso del TMDA (Tránsito Medio Diario Anual), se aplica el mismo criterio previamente mencionado, considerando el receso en el tránsito durante la pandemia. Para ello, se utilizaron los mismos datos del estudio de censo vehicular del tramo, obtenidos por la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 1.5. Valores obtenidos de TMDA. (Fuente: Vialidad Nacional).

Transito Medio Diario Anual	
AÑO	TMDA
2009	4.874
2019	6.611

$$TAA_{TMDA} = \left(\frac{6.611}{4.874} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 = \mathbf{0.0310}$$

- Parque Automotor

Para estimar el aumento de vehículos en el tramo, se utilizó la variación en el registro de vehículos a nivel nacional, obtenida de la Dirección Nacional de Registros de la Propiedad Automotor (DNRPA). Los datos consignados en el informe de dicho organismo abarcan el período de 2013 a 2019, y se emplearon específicamente los datos correspondientes a vehículos automotores, dado que son los relevantes para el análisis, con el fin de calcular la tasa de crecimiento vehicular.

Tabla 1.6. Valores nacionales de Registro Automotor. (Fuente: DNRPA).

Registro Automotor	
AÑO	Automotor
2013	15.195.887
2019	15.872.498

$$TAA_{PARQUE\ AUTOMOTOR} = \left(\frac{15.872.498}{15.195.887} \right)^{\frac{1}{6}} - 1 = 0.0073$$

- Tasa de Crecimiento Total

Para determinar la tasa de crecimiento utilizada en el cálculo de TMDA de diseño, es decir, futuro, se realiza un promedio ponderado de los índices de crecimiento anual mencionados tomando un criterio según la importancia y representación que tienen en la estimación del mismo.

Se describen los criterios para la elección del peso de cada parámetro:

- Población: es un factor relevante porque este tramo conecta a zonas urbanas como Resistencia y localidades cercanas (Margarita Belén y Colonia Benítez). El crecimiento poblacional afectará directamente la demanda de transporte, ya que a medida que crecen las ciudades y pueblos cercanos, también lo hará la necesidad de transporte tanto privado como público. Este crecimiento puede generar más viajes urbanos, pero también más presión sobre el tráfico interurbano. Será relevante para el tráfico en las zonas cercanas a las localidades, pero también podría impactar el tráfico interurbano. Debido a la proyección y la influencia de las áreas urbanas cercanas, este parámetro debe tener un peso significativo. Se adopta un 30%.
- Consumo de combustible: vinculado al uso de vehículos privados y comerciales. Sin embargo, este parámetro puede estar influenciado por diversos factores, como cambios en las tecnologías de transporte (por ejemplo, vehículos eléctricos, mejoras en la eficiencia del combustible), políticas gubernamentales de sostenibilidad, y otros aspectos como el costo de los combustibles. En un tramo de ruta nacional con tráfico pesado, el consumo de combustible podría estar correlacionado con la cantidad de vehículos pesados y comerciales, pero las proyecciones tecnológicas y la movilidad futura hacen que este parámetro tenga una importancia moderada. Se adopta un 15%.
- TMDA: es crucial para entender la capacidad actual y futura de la carretera en términos de tráfico. En una ruta nacional que conecta zonas urbanas y áreas productivas, el TMDA

es especialmente importante, ya que las proyecciones de crecimiento del tráfico (tanto vehicular como pesado) influyen directamente en la capacidad de la carretera. A medida que el tráfico aumenta debido al crecimiento urbano y al tránsito pesado (por la conexión con Paraguay y el interior productivo), la capacidad de la infraestructura se verá sometida a una mayor presión. Este parámetro es muy relevante para determinar las necesidades de infraestructura, las obras de mejora y la seguridad vial a futuro. Se adopta un 35%.

- Parque automotor: influye directamente en la cantidad de vehículos en circulación. En el caso de tu proyecto, al ser un tramo de ruta nacional con tráfico mixto, el parque automotor (tanto de vehículos livianos como pesados) tiene una importancia considerable. Un aumento en la cantidad de vehículos, especialmente de camiones de carga pesada (por la conexión con el interior productivo y Paraguay), afectará significativamente el tráfico y la seguridad vial en el tramo. El parque automotor puede verse afectado por la evolución de la infraestructura vial, las políticas de transporte y el crecimiento económico, por lo que tiene un peso moderado en comparación con otros factores como el TMDA y la población. Se adopta un 20%.

De esta forma, se tiene:

Tabla 1.7. Tabla Resumen. (Fuente: Elaboración Propia).

Tabla Resumen			
PARÁMETRO	PESO	TASA	TOTAL
Población	30%	1,30%	0,39%
Consumo de combustible	15%	0,58%	0,09%
TMDA	35%	3,10%	1,09%
Parque automotor	20%	0,73%	0,15%
TOTAL			1,72%

La TASA ANUAL DE CRECIMIENTO adoptada: TAA = 1,72%.

- Tránsito Futuro

Los valores del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) proporcionados corresponden al año 2023. Dado que el índice de crecimiento anual del tránsito (TAA) ya ha sido determinado, se utilizará este para proyectar el TMDA durante los próximos 25 años, desde el año base.

$$\text{TMDA}_{\text{FUTURO (2048)}} = \text{TMDA}_{\text{ACTUAL}} * (1 + \text{TAA}\%)^n$$

Donde "n" es el periodo de años.

$$\text{TMDA}_{\text{FUTURO (2048)}} = 8.103 \text{ vehículos/día} * (1 + 0,0172)^{25} = 12.411 \text{ vehículos/día}$$

1.7.3.3 Estimación TMDA intersecciones.

Para el análisis posterior, es necesario disponer de los valores de Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) correspondientes a los accesos a Colonia Benítez y Margarita Belén. Dado que no se cuenta con datos específicos, se opta por una estimación de dichos valores. La metodología adoptada consiste en tomar el TMDA total del tramo como dato y, a partir de este, descontar los valores de TMDA registrados en la RN11 después de la intersección con la Ruta Provincial 90, así como los propios de esta.

Del apartado 2.2.1 tenemos un TMDA de 8.103 vehículos/día.

Por otro lado, los datos proporcionados por la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) indican que el TMDA del tramo siguiente es de 3.850 vehículos/día.

18	Chaco	INT.R.N.16 - INT.R.P.90 (I)	1007,79	1044,76	8103	ver	Permanente
18	Chaco	INT.R.P.90 (I) - INT.R.P.56 (D) (A LA LEONESA)	1044,76	1060,16	3850		Cobertura
18	Chaco	INT.R.P.56 (D) (A LA LEONESA) - LTE.C/ FORMOSA	1060,16	1103,16	3450		Cobertura

Figura 1.5: Datos de TMDA. (Fuente: Vialidad Nacional).

Asimismo, según la Dirección Provincial de Vialidad de la provincia del Chaco, el TMDA correspondiente a la Ruta Provincial 90 (RP90) en el tramo comprendido entre la intersección con la Ruta Nacional 11 (RN11) y la localidad de La Eduvigis es de 1.012 vehículos/día, con base en datos del año 2021.

Dado que no se dispone de datos suficientes para estimar la tasa de crecimiento específica de la RP90, se utilizará la tasa de crecimiento ya calculada en el apartado 2.3.5. La aplicación de dicha tasa se realizará de la siguiente manera:

$$\text{TMDA}_{\text{RP90}(2023)} = 1.012 \text{ vehículos/día} * (1+0,0172)^2 = \mathbf{1047 \text{ vehículos/día}}$$

Entonces podemos estimar que aproximadamente el tráfico de la suma de ambas intersecciones será:

$$\text{TMDA}_{\text{INTERSECCIONES}} = 8.103 \text{ vehículos/día} - (3850 + 1047) \text{ vehículos/día} = \mathbf{3206 \text{ vehículos/día}}$$

Discriminando un mayor porcentaje de dicho flujo vehicular para la primera intersección tenemos:

$$\text{TMDA}_{\text{CB}} = 3206 \text{ vehículos/día} * 0,6 = \mathbf{1924 \text{ vehículos/día}}$$

$$\text{TMDA}_{\text{MB}} = 3206 \text{ vehículos/día} * 0,4 = \mathbf{1282 \text{ vehículos/día}}$$

1.7.3.4 Nivel de servicio.

Medida cualitativa que analiza combinaciones diferentes de condiciones de operación que pueden ocurrir en un carril o en una calzada, que incluyen la velocidad y el tiempo de viaje, las interrupciones del tránsito, la libertad de maniobra, la seguridad, la comodidad y conveniencia del conductor, y los costos de operación cuando sirven a volúmenes diversos.

Es de vital importancia poder determinar el Nivel de Servicio de la ruta para poder evaluar el desempeño funcional de la misma. Para poder calcularlo se sigue la metodología descrita en el HCM 2.010, y el desarrollo completo de los cálculos se encuentra en el Anexo.

ANÁLISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

La ruta en análisis es una carretera rural de dos carriles cuyo propósito principal es proporcionar movilidad y mantener altas velocidades de operación por lo que se la clasifica de CLASE 1 según el (HCM) 2010.

Los valores finales obtenidos son:

$$PTSF_d = 61,3\%$$

$$ATS_d = 54,6 \text{ mill/h}$$

Tabla 1.8. Nivel de Servicio. (Fuente HCM 2010).

Nivel de Servicio	CLASE 1		CLASE 2	CLASE 3
	ATS (mi/H)	PTSF (%)	PTSF (%)	PTSF (%)
A	> 55	<= 35	<= 40	> 91,7
B	> 50 - 55	> 35 - 50	> 40 - 55	> 83,3 - 91,7
C	> 45 - 50	> 50 - 65	> 55 - 70	> 75,0 - 83,3
D	> 40 - 45	> 65 - 80	> 70 - 85	> 66,7 - 75,0
E	<= 40	> 80	> 85	<= 66,7

CONCLUSIONES

Un Nivel de Servicio C en una carretera Clase I indica que la vía sigue funcionando bien, pero representa el primer nivel donde la fluidez del tráfico comienza a verse afectada, existe una mayor interacción entre vehículos, lo que reduce la comodidad e incrementa el riesgo de colisiones traseras y maniobras inseguras, especialmente en accesos e intersecciones. Además, la menor capacidad de reacción de los conductores ante imprevistos resalta la importancia de una infraestructura adecuada, buen mantenimiento del pavimento y señalización clara. Aunque no es crítico, es un indicador temprano de que el tráfico podría deteriorarse en el futuro, por lo que es un punto clave en auditorías viales y en el diseño de mejoras viales.

1.8 MATERIALES

Para realizar la auditoría, se utilizaron los siguientes materiales:

- Vehículos para inspección terrestre.
- Equipos de medición topográfica y geotécnica.
- Dispositivos GPS y drones para levantamientos aéreos.
- Formularios estandarizados para el registro de datos.
- Cámaras fotográficas y de video.

1.9 MÉTODOS

- Inspección visual: Evaluación directa de las condiciones del pavimento, señalización y elementos de drenaje.
- Relevamiento topográfico: Levantamiento de perfiles longitudinales y transversales.
- Análisis geotécnico: Muestreo y estudio de suelos en puntos seleccionados.
- Evaluación de tráfico: Monitoreo del flujo vehicular y carga promedio.
- Consulta a usuarios: Encuestas dirigidas a conductores y habitantes locales para identificar problemas percibidos.

2. AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

Numerosas definiciones de Auditoría de Seguridad Vial abundan en la Bibliografía, pero la mayoritariamente aceptada a nivel internacional es la de la Asociación de Autoridades de Transporte y Tránsito de Australia y Nueva Zelanda, (Austroads), que en su publicación Guide to Road Safety, Part 6: Road Safety Audit (2009), las define como: "Una Auditoría de Seguridad Vial es una evaluación formal de un proyecto vial o de tránsito futuro o de un camino existente, en el que un equipo de profesionales calificado e independiente informa sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes y sobre el desempeño en términos de seguridad".

El objetivo principal de una Auditoría de Seguridad Vial es asegurar un alto nivel de seguridad desde el principio del desarrollo del proyecto, identificando potenciales deficiencias de seguridad para todos los usuarios de los caminos y otros afectados por un proyecto vial, y brindando las recomendaciones de mejoras en la "seguridad" (no soluciones de diseño) para la remoción o mitigación de sus impactos.

En "todos los usuarios" se incluyen peatones de todas las edades (jóvenes, adultos, ancianos), ciclistas, motociclistas, conductores y acompañantes de automóviles, camiones, ómnibus, y pasajeros de transporte público.

Existen diversas fases para auditar un proyecto vial, como ser la etapa de planificación, de diseño, de construcción y en operación. En el presente trabajo se realiza una auditoría de seguridad vial en la etapa de operación y aunque lo ideal es implementarlas en las etapas previas a la concreción de la obra debido a que las medidas correctivas luego de que la infraestructura de la ruta haya sido ejecutada suelen implicar costos significativamente mayores, en esta etapa de operación se tiene la ventaja de basar el análisis en datos reales, como estadísticas de accidentes y flujos de tráfico, permitiendo evaluar la seguridad sustantiva de la vía y detectar puntos críticos de siniestralidad. Además, posibilita la identificación de riesgos emergentes derivados del crecimiento del tráfico o cambios en el entorno. También brinda la oportunidad de analizar la efectividad de las medidas implementadas durante las fases de diseño y construcción, verificando si cumplen su propósito o requieren ajustes.

La auditoría se realiza bajo los lineamientos establecidos en la Guía de Auditorías de Seguridad Vial del Ministerio de Transporte de Argentina, sobre la Ruta Nacional N° 11, en el tramo comprendido entre los kilómetros 1010 y 1045, incluyendo un análisis específico en las rotundas de intersección con la Ruta Nacional N° 16 y la Ruta Provincial N° 90.

Se adopta el enfoque de seguridad propuesto por Ezra Hauer, es decir, que se analiza tanto la seguridad nominal como la seguridad sustantiva de la infraestructura vial.

La **seguridad nominal** se refiere al grado de cumplimiento de un camino o proyecto con normas, guías y procedimientos de diseño establecidos por el organismo vial. Se verifica si los elementos de diseño (ancho de carril, banquinas, distancia visual, etc.) cumplen o no con los criterios mínimos. Un camino que satisface estos criterios es considerado "nominalmente seguro", aunque en la práctica esto no siempre garantiza un desempeño seguro.

Por otro lado, la **seguridad sustantiva** se basa en la medición real de accidentes (muertos, heridos y daños materiales), considerando la frecuencia, tipo y gravedad de los choques en un

tramo determinado. Su análisis se realiza mediante datos de accidentes de la misma jurisdicción, permitiendo evaluar la seguridad de una vía más allá del cumplimiento normativo.

Hauer destacó que un camino puede ser nominalmente seguro, pero sustantivamente inseguro, si bien cumple con las normas de diseño, presenta una alta tasa de siniestralidad. De igual manera, puede ocurrir que un camino nominalmente inseguro tenga un buen desempeño en seguridad sustantiva. Esto se debe a que las normas de diseño se basan en suposiciones y modelos simplificados, que no siempre reflejan la complejidad de las condiciones reales del tránsito.

Este enfoque integral permitirá identificar posibles deficiencias y formular recomendaciones basadas en evidencia empírica, contribuyendo a la mejora de la seguridad vial en el tramo analizado.

2.1 SEGURIDAD NOMINAL

La seguridad vial en las rutas no solo depende del cumplimiento de normas y estándares de diseño, sino también de su desempeño real en la reducción de accidentes. En este contexto, el concepto de **Seguridad Nominal**, desarrollado por Ezra Hauer, se refiere a una evaluación cualitativa que compara los valores normativos de los elementos de diseño con su estado real en la infraestructura.

Este enfoque busca identificar discrepancias entre lo que la normativa establece como seguro y la verdadera condición de la carretera. Por ejemplo, una norma puede indicar un ancho mínimo de banquina, una visibilidad recomendada en curvas o una inclinación específica en peralte, pero en la práctica, estos valores pueden no cumplirse debido a factores como desgaste, mantenimiento deficiente o modificaciones posteriores a la construcción.

La seguridad nominal permite detectar si los elementos de diseño cumplen con lo establecido y, en caso contrario, evaluar cómo estas diferencias pueden afectar la seguridad vial. Sin embargo, su alcance es limitado, ya que no considera el desempeño real de la infraestructura en la reducción de accidentes, lo que hace necesario complementar con análisis de siniestralidad y estudios de seguridad efectiva.

Se llevará a cabo un análisis de los siguientes aspectos.

2.1.1 CALZADA

2.1.1.1 Ancho de calzada

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

La norma A10 de Vialidad Nacional de Argentina establece los criterios de diseño geométrico para las rutas nacionales, incluyendo la relación entre la velocidad de proyecto y el ancho de calzada. En el caso de una ruta nacional con una velocidad directriz de 110 km/h, la norma indica que cada carril debe tener un ancho mínimo de 3,65 metros. Dado que una calzada bidireccional estándar cuenta con dos carriles, el ancho total de la misma debe ser de 7,30 metros.

Se definen dos anchos de carril:

- para $V \geq 80$ km/h (alta velocidad) se adopta 3,65 m
- para $V < 80$ km/h (baja velocidad) se adopta 3,35 m

Figura 2.1. Valores de Anchos de carril. (Fuente: C3, Norma DNV).

Este ancho se justifica por varios factores. En primer lugar, permite espacio suficiente para vehículos de carga y autobuses, asegurando márgenes de seguridad adecuados. Además, favorece una conducción más estable y segura, especialmente a altas velocidades, reduciendo el riesgo de colisiones laterales, salidas de calzada y facilitando los adelantamientos. También es fundamental para compensar los efectos de la velocidad, ya que a mayor velocidad se requieren carriles más amplios para corregir trayectorias y absorber movimientos laterales del vehículo.

ANÁLISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

En el marco del análisis del tramo en estudio, se realiza un recorrido del mismo con el objetivo de relevar las dimensiones de la calzada y poder contrastarlas con las establecidas en la normativa vigente. Durante la inspección, se procedió a la medición del ancho de los carriles cuyo valor resulta ser de 3,35 metros.



Fotografía 2.1. Medición del ancho de Calzada. (Fuente: Elaboración Propia).



Fotografía 2.2. Medición del ancho de Calzada. (Fuente: Elaboración Propia).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que el tramo evaluado presenta deficiencias significativas en términos de seguridad nominal. El ancho de calzada medido es inferior a los valores estipulados por la normativa vigente, lo que evidencia una deficiencia en las dimensiones geométricas de la vía. Si bien este ancho era adecuado para un diseño geométrico basado en una velocidad de diseño de 80 km/h, en la actualidad la velocidad directriz de la ruta ha sido actualizada a 110 km/h, lo que implica la necesidad de un ancho mayor para cumplir con los estándares normativos.

Esta reducción en el ancho de los carriles afecta directamente la seguridad vial, ya que limita el espacio disponible para la circulación de los vehículos comprometiendo la estabilidad y maniobrabilidad de los vehículos aumentando el riesgo de colisiones laterales y reduciendo los márgenes de maniobra ante situaciones imprevistas. Asimismo, un ancho insuficiente incrementa la vulnerabilidad de los usuarios más expuestos, como motociclistas y ciclistas, y afecta la operatividad del tránsito pesado.

2.1.1.2 Evaluación del Pavimento.

La evaluación del estado del pavimento es fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia de la infraestructura vial. Para ello, se emplean distintos índices que permiten cuantificar su condición y desempeño. Entre los más utilizados se encuentran el Índice de Estado y el Índice de Serviciabilidad, los cuales proporcionan una medida objetiva del deterioro y la capacidad funcional de la calzada.

EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

Para determinar los índices mencionados en el tramo evaluado, se emplea información proporcionada por la Dirección Nacional de Vialidad. Esta información se obtiene a través del Sistema de Información Geográfica (SIG) y de las planillas de relevamiento del estado de la ruta realizadas por el organismo (Anexo x.).

- ÍNDICE DE ESTADO.

El Índice de Estado (IE) es un valor indicativo del estado de un pavimento que se obtiene a través de una fórmula que contempla cuatro fallas significativas del pavimento: deformación longitudinal, deformación transversal, fisuración y desprendimientos.

Para el caso de los pavimentos flexibles de capa de rodamiento con mezcla asfáltica, el Índice de Estado responde a la siguiente expresión:

$$IE = 10 * e^{-(0,04 D1 + 0,05 D2 + 0,07 D3 + 0,04 D4)}$$

Donde:

- **D1 = Deformación longitudinal - Rugosidad:** Es la desviación del perfil longitudinal del pavimento respecto de un plano, con características y dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de circulación, las cargas dinámicas y el drenaje. Para un camino pavimentado el rango de la escala del IRI es 0 a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino prácticamente intransitable.
- **D2 = Deformación transversal - Ahuellamiento o Hundimiento:** se mide la profundidad de la deformación transversal en mm mediante una regla 1,20m de longitud, apoyada sobre los puntos más altos de la deformación, y, en estas condiciones se introduce la cuña graduada hasta alcanzar el punto más bajo de la deformada.
- **D3 = Fisuración:** Para determinarlo se efectúa un relevamiento visual en el tramo, caracterizando la clase de fisuras existentes con valores absolutos de 2, 4, 6, 8 hasta 10, según el catálogo de fotografías tipo de la DNV, donde un mayor valor corresponde a una mayor degradación.
- **D4 = Desprendimientos:** Para su determinación, se estima el porcentaje de superficie de camino afectado por el desprendimiento de agregado grueso en zonas localizadas. Se pueden identificar peladuras y baches que se definen como una cavidad en el pavimento de forma irregular y profundidad mayor de 2,5cm.

En la tabla 2.1 Se puede observar la clasificación del estado del pavimento en función del valor obtenido mediante la fórmula matemática.

Tabla 2.1. Índice de estado del tramo. (Fuente: SIG – Vial).

IE	Estado
IE < 5	Malo: PAVIMENTO SUMAMENTE FALLADO que requiere atención en forma urgente.
5 ≤ IE < 7	Regular: ESTADO REGULAR, infiere estudiar la conveniencia de encarar tareas de mantenimiento y/o la próxima construcción de un refuerzo o de una mejora, de modo de evitar su rápida destrucción.
IE ≥ 7	Bueno

Luego de evaluar los resultados obtenidos de la página de SIG Vial y contrastarlos con los datos registrados en las planillas de evaluación (ver Anexo) se determina el Índice de Estado correspondiente al tramo de ruta analizado. En ambos casos, el valor obtenido es superior a 5, lo que indica que, de acuerdo con dicho índice, la ruta se encuentra en un estado regular.

Tabla 2.2. Índice de estado del tramo. (Fuente: Sig – Vial).

DISTRITO	Ruta	Sentido	Prog. Inicial	Prog. Final	Índice de Estado	TMDA
Chaco	0011	A	930,65	951,83	5	2800
Chaco	0011	A	951,83	953		2800
Chaco	0011	A	953	966,14	6,7	2800
Chaco	0011	A	966,14	983,45	3,3	2800
Chaco	0011	A	983,45	1002	5,2	3387
Chaco	0011	A	1002	1002,01		3387
Chaco	0011	A	1002,01	1007,79		
Chaco	0011	A	1007,79	1007,8		7511
Chaco	0011	A	1007,8	1044,76	5,5	7511
Chaco	0011	A	1044,76	1044,88	5,5	3600
Chaco	0011	A	1044,88	1045,2	3,9	3600
Chaco	0011	A	1045,2	1060,16	3	3600
Chaco	0011	A	1060,16	1103,06	3	3250
Chaco	0011	A	1103,06	1103,15		3250
Chaco	0011	D	1007,8	1044,76	5,8	7511
Chaco	0011	D	1044,76	1044,88	5,8	3600
Chaco	0011	D	1044,88	1045,2	3,6	3600
Chaco	0011	D	1045,2	1060,16	3,2	3600
Chaco	0011	D	1060,16	1103,06	3,2	3250



Figura 2.2. Índice de estado del tramo. (Fuente: Sig – Vial).

- ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD.

Este índice está orientado a medir el confort que brinda el camino al usuario. Es una adaptación local del Present Serviability Index (PSI) empleado internacionalmente. Para ello se han realizado una encuesta en distintos tramos seleccionados con el objeto de obtener la opinión del usuario. El cuestionario fue dirigido a un amplio espectro de vehículos y de velocidades de circulación. Del análisis de resultados se dedujo que el usuario argentino es sensible a deformaciones en el perfil longitudinal, deformaciones transversales (ahuellamiento) y a desprendimientos de materiales del pavimento, fundamentalmente a baches (cuantificados en porcentajes respecto a la superficie del pavimento).

La expresión fue obtenida para pavimentos flexibles y en base a la tradicional fórmula de PSI:

$$ISP = 5,03 - \{1,91 * [\log(1 + 2,47 * Rug^2)] + \frac{Ah^2}{480} + \frac{D_4^2}{71}\}$$

Donde:

- ISP: Índice de Serviciabilidad presente.
- Rug: Rugosidad en m/km.
- Ah: Ahuellamiento en mm.
- D4: Nota que califica desprendimientos del pavimento.

Tabla 2.3. Escala de opinión del usuario. (Fuente: Sig-Vial).

ISP	Estado
0 – 1	Muy malo
1 – 2	Malo
2 – 3	Regular
3 – 4	Bueno
4 – 5	Muy bueno

El análisis de los datos obtenidos a través del Sistema de Información Geográfica (SIG) (Tabla 2.3) y los valores calculados a partir de las planillas de relevamiento en campo (ver Anexo) permitieron determinar un Índice de Serviciabilidad de 2, lo que indica un estado regular de la calzada en el tramo de estudio.

Tabla 2.4. Índice de Serviciabilidad. (Fuente: Sig-Vial).

Distrito	Ruta	Sentido	Prog. Inicial	Prog. Final	Índice de Serviciabilidad	TMDA
Chaco	0011	A	930,65	951,83	1,9	2300
Chaco	0011	A	951,83	953		2300
Chaco	0011	A	953	966,14	3,2	2300
Chaco	0011	A	966,14	983,45	0	2300
Chaco	0011	A	983,45	1002	3,5	2778
Chaco	0011	A	1002	1002,01		2778
Chaco	0011	A	1002,01	1007,79		
Chaco	0011	A	1007,79	1007,8		5220
Chaco	0011	A	1007,8	1044,76	2	5220
Chaco	0011	A	1044,76	1044,88	2	2500
Chaco	0011	A	1044,88	1045,2	0,9	2500
Chaco	0011	A	1045,2	1060,16	1,1	2500
Chaco	0011	A	1060,16	1103,06	1,1	2250
Chaco	0011	A	1103,06	1103,15		2250
Chaco	0011	D	930,65	951,83	1,8	2300
Chaco	0011	D	953	966,14	3,1	2300
Chaco	0011	D	966,14	983,45	0	2300
Chaco	0011	D	983,45	1002	3,5	2778
Chaco	0011	D	1007,8	1044,76	2	5220
Chaco	0011	D	1044,76	1044,88	2	2500
Chaco	0011	D	1044,88	1045,2	0,6	2500
Chaco	0011	D	1045,2	1060,16	1,3	2500
Chaco	0011	D	1060,16	1103,06	1,3	2250



Figura 2.3. Índice de estado del tramo. (Fuente: Sig – Vial).

CONCLUSIONES

Los valores obtenidos para el Índice de Estado e Índice de Serviciabilidad, ambos en un rango regular, indican que la calzada presenta deterioros que, aunque no afectan de manera inmediata la transitabilidad, comprometen progresivamente la seguridad y el confort de los usuarios. Un pavimento en estado regular puede generar condiciones adversas, como pérdida de adherencia, irregularidades en la superficie y dificultades en la maniobrabilidad, especialmente en situaciones de emergencia.

Desde el punto de vista de la seguridad nominal, estos factores incrementan el riesgo de accidentes, ya que una calzada con defectos en su estructura o geometría puede influir en la estabilidad de los vehículos, en la respuesta ante maniobras evasivas y en la distancia de frenado. Además, si el deterioro continúa sin intervenciones adecuadas, el estado de la ruta puede degradarse hasta niveles críticos, aumentando exponencialmente la peligrosidad.

2.1.2 COSTADO DE CALZADA

2.1.2.1 Zona de Camino.

El costado de calzada es el área lateral a la calzada, medida desde el borde de calzada y que abarca hasta el límite de la zona de camino.

Los accidentes por salida de la calzada implican choques contra objetos fijos peligrosos ubicados en los costados y/o el vuelco del vehículo, por lo que es importante poder reducir los peligros existentes en los costados del camino.

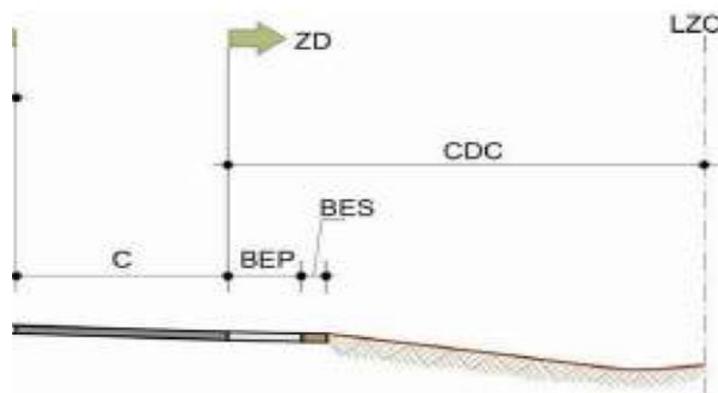


Figura 2.4. Perfil transversal del camino. (Fuente: C3, Norma DVN).

- CDC: Costado de la calzada
- ZD: Zona Despejada
- C: Calzada
- BEP: Banquina externa pavimentada.
- BES: Banquina externa de suelo.
- LZC: Límite de la zona de camino.

La zona de camino es el espacio afectado a la vía de circulación y sus instalaciones anexas, comprendido entre las propiedades frentistas.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

Tabla 2.5. Anchos mínimos de zona de camino. (Fuente: C3, Normas DNV).

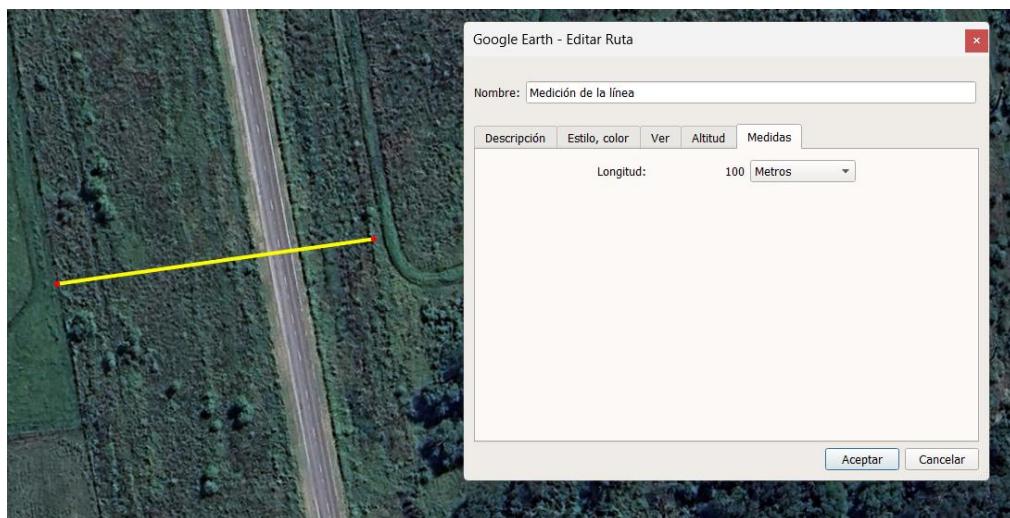
Categoría del camino	Anchos mínimos de zona de camino	
	Zonas previsiblemente rurales	Zonas previsiblemente urbanas, suburbanas o muy divididas (**)
Especial	150	180
I	120	150
II	100	130
III	70	100
IV	70	100
V	50 (*)	70 (*)

Notas:(*) Ancho a utilizar en casos excepcionales; (**) Incluye zona para calles colectoras.

En la red nacional de carreteras de Argentina, los caminos de categoría 2 deben contar con una zona de dominio público de aproximadamente 100 metros.

ANÁLISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Para corroborar el ancho del camino en la zona de estudio, se lleva a cabo un recorrido a lo largo de todo el tramo mediante el programa Google Earth y paralelamente, se realizan mediciones de las distancias entre los alambrados. A partir de este análisis, se pudo determinar que, en términos generales, el camino cumple con los 100 metros establecidos por la normativa.



Fotografía 2.3. Ancho de zona de Camino. (Fuente: Google Earth.)

CONCLUSIONES

Esta amplia zona de dominio público es una característica destacada de la red vial argentina, especialmente en comparación con países europeos como España, donde la zona de dominio público en carreteras estatales es considerablemente menor, donde los valores rondan los 38 metros. Esta característica representa una ventaja significativa, ya que permite mejorar la seguridad vial al proporcionar márgenes laterales adecuados para los usuarios de la vía, sin la necesidad de expropiar terrenos adicionales.

2.1.2.2 Banquinas.

Las banquinas son las franjas ubicadas a los costados de los carriles de circulación en una carretera. Estas áreas, contiguas a la calzada pavimentada, no están destinadas al tránsito habitual de vehículos, sino que cumplen funciones específicas relacionadas con la seguridad y el mantenimiento vial.

Las mismas constituyen elementos críticos de la sección transversal del camino y proveen lo siguiente.

- Zona despejada (ZD) para los vehículos errantes y soporte de franjas sonoras.
- Menores tasas de accidentes por salida del camino y choques frontales, evitando la caída del borde del pavimento.
- Zona para vehículos de emergencia.
- Soporte lateral de la estructura de la calzada.
- Capacidad.
- Visibilidad en las secciones de corte.
- Carril de ciclistas.
- Carril de emergencia natural, en especial en perfil tipo autovía o autopista.
- Tránsito más seguro de maquinarias agrícolas y equipos especiales (previo permiso especial de la DVN, evitando la invasión del carril de sentido contramano).
- Drenaje eficiente de la calzada, evitando la acumulación de agua en la zona de rodadura.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS SEGUN DNV

- Ancho

Los anchos de las banquinas se eligen en función de la categoría del camino y de la topografía del mismo. Sobre la base de la experiencia de la DNV se adoptan los valores indicados en la Tabla 2.6. Aunque sería deseable establecer una banquina de 3 m a cada lado en todos los caminos, el costo adicional para la construcción y mantenimiento no se puede justificar en caminos de bajo volumen de tránsito.

Tabla 2.6. Anchos parciales y totales de banquinas externas (Fuente: C3, Norma DNV)

Tipos	Categoría	V km/h	Banquina		
			C/Pav	S/Pav	Total
			m	m	m
CARRETERA	II	120	1	2	3
		100	1	2	3
		70	1	1	2
		50	0,5	1,5	2
COMÚN	III	110	0,5	2,5	3
		90	0,5	2,5	3
		60	0,5	1,5	2
		40	0,5	1	1,5
BAJO VOLUMEN	IV	100	-	3	3
		70	-	3,3	3,3
		50	-	2	2
		30	-	1,5	1,5
	V	90	-	2	2
		50	-	2	2
		30	-	1,5	1,5
		25	-	0,5	0,5

No se deberá disminuir el ancho de las banquinas en algunos tramos, dado que es una de las mejores formas de traicionar las expectativas de los conductores produciendo muertos y heridos.

- Pendiente transversal y peralte

En cuanto a la seguridad vial, la pendiente transversal de las banquinas pavimentadas debe ser igual o mayor a la del carril contiguo. La pendiente usual de las banquinas es 4%.

No obstante, pueden utilizarse también los valores recomendados por la AASTHO para pavimentos sin cordones, según el tipo de recubrimiento previsto:

Banquinas con tratamiento bituminoso.....del 3% al 5%

Banquinas con grava o piedra partida.....del 4% al 6%

Banquinas recubiertas de pasto..... 8%

Estos valores no son rígidos y la AASHTO recomienda se tenga en cuenta la pendiente transversal de la calzada, para evitar en el quiebre calzada-banquina diferencias algebraicas de pendiente muy pronunciadas.

En el caso de banquinas no pavimentadas, se recomienda que su pendiente sea un 2% más empinada que la del carril, facilitando así el drenaje superficial del agua.

- Superficie

Es fundamental que la superficie de la banquina sea rugosa para desalentar su uso como carril de circulación ya que esto es inadecuado.

En caso de no pavimentar, se debe garantizar su estabilidad mediante una subrasante bien compactada, preferiblemente con material granular y, para mejorar el drenaje del agua superficial, se recomienda cubrir la capa granular con césped u otro material adecuado.

Las banquinas no estabilizadas pueden generar desniveles en el borde del pavimento, lo que supone un riesgo para la seguridad vial. Además, esta condición hace que los conductores eviten circular cerca del borde de la calzada, perdiendo así una ventaja operacional importante. Por esta razón, todas las banquinas deben construirse y mantenerse al mismo nivel que la calzada.

Si se utilizan materiales como grava, ripio o piedra partida, es importante considerar que en zonas secas pueden perder material fino debido a la acción del viento y la erosión provocada por los vehículos.

En estructuras viales, las banquinas deben pavimentar en todo su ancho con un abocinamiento de 1:60. Para proyectos de categorías II y III, en las secciones peraltadas, la pavimentación debe extenderse a toda la banquina externa, adoptando el mismo peralte de la curva.

Las banquinas pavimentadas de forma intermitente resultan inseguras, por lo que, si más del 60% de su longitud requiere pavimentación, se recomienda hacerlo a lo largo de todo el tramo. La pavimentación total implica continuidad en la longitud del camino, aunque no necesariamente en todo el ancho de la banquina, aunque esta última sería la opción más deseable.

La pavimentación de banquinas es especialmente recomendable en situaciones donde los materiales sean fácilmente erosionables, exista una escasez de material para su mantenimiento, o cuando los vehículos pesados tiendan a utilizarlas como carril auxiliar. También la norma sugiere su pavimentación en zonas húmedas o con alta circulación de peatones y ciclistas, con el fin de garantizar una mayor seguridad y durabilidad de la infraestructura vial.

- Visibilidad

Para mejorar la visibilidad nocturna o en condiciones climáticas adversas, se recomienda el uso de materiales con un color o textura contrastante, además de la marcación del borde de la calzada con pintura de alta retrorreflexión.

ANÁLISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

El tramo analizado de la Ruta Nacional N.^o 11 presenta banquinas de tierra sin pavimentar y un ancho de 3 metros. Debido al clima subtropical húmedo con estación seca, la acumulación de agua deteriora la superficie, generando irregularidades que afectan la seguridad vial. Como resultado, durante las lluvias, se forman baches profundos que dificultan la circulación y aumentan el riesgo de accidentes.

Uno de los problemas más críticos identificados es la caída del borde del pavimento, generando un desnivel entre la calzada y la banquina. La erosión y la falta de mantenimiento han provocado

resaltos superiores a 5 cm en varios puntos, alcanzando hasta 15 cm en algunas áreas. Esta condición representa un peligro significativo, ya que un error común es salirse accidentalmente de la calzada. Con un desnivel considerable, el vehículo puede perder estabilidad, aumentando el riesgo de vuelco o invasiones de carril que pueden derivar en choques frontales. En condiciones óptimas, un conductor debería poder transitar brevemente por la banquina y regresar a la calzada sin consecuencias, lo que no ocurre en este caso debido al estado de las banquetas.

Otro aspecto preocupante es el alto flujo de motocicletas que circulan por las banquetas. Esta práctica, además de ser ilegal, es extremadamente peligrosa debido a la falta de pavimentación y el mal estado de la superficie, lo que incrementa la probabilidad de caídas y accidentes.

Según la "Planilla de Campaña de la Ruta Nacional N.º 11", que se encuentra en el anexo, las banquetas del tramo comprendido entre los kilómetros 1010 y 1045 fueron calificadas en un estado general entre regular y malo. Aunque cumplen con el ancho reglamentario, su falta de pavimentación y estabilización las hace vulnerables a la erosión y la formación de baches. Estas condiciones comprometen la seguridad vial, especialmente en situaciones de emergencia.

Entre los principales problemas detectados se encuentra el deterioro causado por la erosión y las condiciones climáticas adversas, que generan superficies irregulares y desniveles que afectan la transitabilidad. En épocas secas, el polvo levantado por el tránsito reduce la visibilidad y afecta la calidad del aire, dificultando la conducción y representando un problema ambiental. Durante períodos de lluvia, el suelo se torna resbaladizo, incrementando el riesgo de despistes, especialmente para motociclistas y vehículos livianos, que tienen menor adherencia en superficies inestables.

Otro aspecto relevante es el alto costo de mantenimiento que requieren estas banquetas. La necesidad de realizar nivelaciones y compactaciones frecuentes para mantener condiciones mínimas de seguridad implica una inversión constante de recursos, lo que a largo plazo genera una carga significativa para la conservación de la infraestructura vial.

Además, la pérdida de soporte estructural observada en varios sectores compromete la estabilidad de las banquetas y su capacidad de uso en situaciones de emergencia, aumentando el riesgo de colapsos parciales que pueden afectar la circulación.

Por estos motivos, aunque las banquetas cumplen con el ancho reglamentario, su estado actual las convierte en nominalmente inseguras.



Fotografía 2.4. Estado de las banquinas (Fuente: Elaboración propia)



Fotografía 2.5. Estado de las banquinas (Fuente: Elaboración propia)



Fotografía 2.6. Estado de las banquinas (Fuente: Elaboración propia)



Fotografía 2.7. Estado de las banquinas (Fuente: Elaboración propia)



Fotografía 2.8. Caída del borde de pavimento (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.9. Caída del borde de pavimento de 10 cm. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.10. Caída del borde de pavimento de 15 cm. (Fuente: Elaboración propia).

2.1.2.3 Zona Despejada

La zona despejada es un área adyacente a la calzada, medida desde los bordes normales de la calzada principal, disponible para un uso seguro de los vehículos errantes; es decir un área relativamente plana, suave, de superficie firme, sin peligros, que se extiende lateralmente y permite que un vehículo errante recupere el control (vuelva a la calzada o se detenga) sin ocasionar un vuelco o un choque contra ningún objeto peligroso. Idealmente esta zona debería tener taludes laterales que no causen el vuelco de los vehículos y no contengan ningún otro peligro.

El concepto de zona despejada intenta establecer un equilibrio entre el beneficio de la seguridad y las consecuencias económicas y sociales (topografía, las características ambientales, requerimientos de drenaje, de propiedad) relacionadas con la proporción de esta zona indulgente adyacente a la calzada.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

El ancho deseable de la zona despejada es función de la velocidad directriz, la pendiente del talud, tránsito medio diario, y la pendiente longitudinal de la ruta.

Tabla 2.7. Ancho de zona despejada en recta. (Fuente: C3, Normas DNV).

Tipo	Categoría	V km/h	TMDA	Talud	ZD m
Autopista	Especial	120	>5000	Plano - 1:4	10 - 10
		110	>5000	Plano - 1:4	10 - 10
Avtovía	I	120	15000	Plano - 1:4	10 - 10
			5000	Plano - 1:4	10 - 10
		110	15000	Plano - 1:4	10 - 10
			5000	Plano - 1:4	10 - 10
		80	15000	Plano - 1:4	6 - 10
			5000	Plano - 1:4	6 - 10
		120	5000	Plano - 1:4	10 - 10
			1500	Plano - 1:4	10 - 10
Carretera	II	100	5000	Plano - 1:4	9 - 10
			1500	Plano - 1:4	6 - 10
		70	5000	Plano - 1:4	5 - 7
			1500	Plano - 1:4	4 - 5
		110	1500	Plano - 1:4	7 - 8
			500	Plano - 1:4	5 - 6
Común	III	90	1500	Plano - 1:4	5 - 8
			500	Plano - 1:4	2 - 6
		60	1500	Plano - 1:4	3 - 4
			500	Plano - 1:4	2 - 3
		100	500	Plano - 1:4	5 - 8
Bajo volumen	IV		150	Plano - 1:4	2 - 2
	70	500	Plano - 1:4	3 - 4	
		150	Plano - 1:4	1 - 1	
	V	<150	Plano - 1:4	2 - 2	

Además, la efectividad de proveer zonas despejadas al costado de la calzada sigue la ley de rendimientos decrecientes; es decir manteniendo constantes todos los otros factores, incrementos unitarios de ancho de zona libre de peligros, resultan en incrementos de la seguridad cada vez menores. El primer metro de zona despejada tiene mayor beneficio sobre la seguridad que el segundo y así sucesivamente, con poco ancho de zona despejada que se pueda implementar los beneficios sobre la seguridad son importantes.

La siguiente tabla muestra la reducción de accidentes prevista con mayor ancho de zona despejada en las secciones rectas y curvas.

Tabla 2.8. Reducción de accidentes por incremento de la Zona Despejada. (Fuente: C3, Normas DNV).

Ancho de ZD m	Reducción Accidentes (%)	
	Recta	Curva
1,5	13	9
2,4	21	14
3	25	17
3,6	29	19
4,6	35	23
6,1	44	29

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Para una carretera de categoría 2, como es el caso de la Ruta Nacional N.^o 11, el tramo analizado que presenta una velocidad directriz es de 110 km/h y con un Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) superior a 8.000 vehículos, ingresando al ábaco correspondiente de la normativa se determina que la zona de camino debe contar con un ancho mínimo de 10 metros.

A través del recorrido realizado, se busca analizar el cumplimiento de los metros provistos para la zona despejada requeridos en el tramo en estudio. En este sentido, se observa que el primer tramo evaluado entre el kilómetro 1.010 y Colonia Benítez presenta los mayores inconvenientes para respetar dicha franja, ya que se encuentra invadida por diversos elementos. Entre ellos, se identifican accesos a propiedades, maquinarias estacionadas, puestos de venta e incluso la presencia de objetos peligrosos, lo que compromete la funcionalidad y seguridad de la ruta.



Fotografía 2.11. Puestos de venta en Zona Despejada. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.12. Maquinarias estacionadas en Zona Despejada. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.13. Falta de mantenimiento en Zona Despejada. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.14. Acceso a propiedades con árboles en Zona Despejada. (Fuente: Elaboración propia).

CONCLUSIONES

Del análisis efectuado, se concluye que la zona despejada de la ruta no cumple con las dimensiones estipuladas por la normativa, lo que la convierte en un sector inseguro desde el punto de vista de la seguridad nominal. En gran medida los factores que han contribuido a la ocupación indebida de la franja se deben al crecimiento urbano y a la falta de mantenimiento del camino.

2.1.2.4 Taludes

Los taludes laterales tendidos tienen un efecto significativo sobre los accidentes, especialmente en accidentes por salidas del camino. No todos los taludes permiten a los vehículos errantes transitar su pendiente con seguridad en el caso de una salida del camino.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

En función de la posibilidad de vuelco, los taludes se definen como:

- **Recuperables:** taludes 1:4 o más tendidos ($\text{talud} \leq 1:4$). Son taludes traspasables en los que existe una alta probabilidad de que los conductores puedan detener sus vehículos o disminuir su velocidad para volver a la calzada con seguridad.
- **No recuperables:** taludes entre 1:3 y 1:4 ($1:4 < \text{talud} < 1:3$). Son taludes traspasables, pero sobre los cuales los conductores serán incapaces de detener sus vehículos o de volver fácilmente a la calzada. Puede esperarse que los vehículos sobre estos taludes alcancen el fondo.
- **Críticos:** taludes 1:3 o más empinados ($\text{talud} \geq 1:3$). Son taludes sobre los cuales posiblemente los vehículos vuelquen.

Tabla 2.9. Clasificación de las condiciones de seguridad de Taludes. (Fuente: C3, Normas DNV).

Taludes	Clasificación
1:2 (50%)	Peligrosas
1:3 (33%)	Marginales
1:4 (25%)	Buenas
1:6 (17%)	Mejores
1:10 (10%)	Preferidas

Las zonas despejadas y los taludes laterales están estrechamente relacionados, dado que por definición la zona despejada debe incluir un talud traspasable recuperable 1:4 o más tendido. La presencia de un talud no recuperable (entre 1:3 y 1:4) requiere una extensión del ancho provisto de zona despejada, equivalente al ancho de talud no recuperable previendo que un vehículo errante viajará probablemente hasta el fondo del talud.

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Durante el recorrido se constata que la pendiente de los taludes supera los valores considerados seguros, lo que representa un alto riesgo potencial para los usuarios en caso de una salida de calzada.



Fotografía 2.15. Inclinación excesiva de Taludes. (Fuente: Elaboración propia).



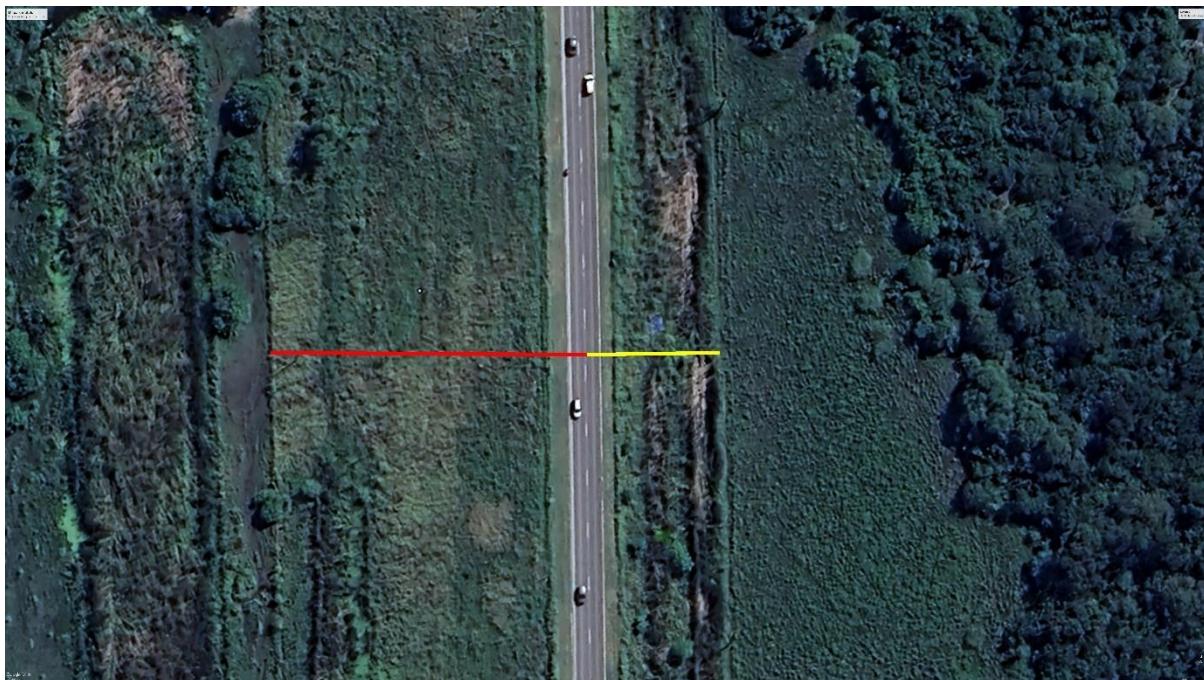
Fotografía 2.16. Inclinación excesiva de Taludes. (Fuente: Elaboración propia).

CONCLUSIONES

Mediante el recorrido y el análisis de los taludes, se determinan que, en la mayor parte del tramo, estos presentan una condición crítica, ya que su pendiente excede la relación 1:3. Esta característica incrementa la probabilidad de vuelco en casos de salida de calzada.

Además del riesgo estructural, la inclinación excesiva de los taludes genera un impacto negativo en la percepción de seguridad de los conductores. La sensación de transitar junto a desniveles abruptos, incrementa el estrés y la tensión al volante. Esta condición, sumada al peligro latente de vuelco posiciona a los taludes como inseguros desde el punto de vista de la seguridad nominal.

Una de las problemáticas que agrava la situación de los taludes en el tramo de estudio es que el trazado de la ruta se encuentra desplazado hacia la margen derecha, por lo que esta configuración genera mayores desafíos para lograr la estabilidad de los taludes y en el control de erosión en esa dirección debido a que el espacio disponible se encuentra más restringido.



Fotografía 2.17. Ancho zona de caminos. Margen derecho (amarillo) 30 metros. Margen izquierdo (rojo) 70 metros. Distancias desde eje. (Fuente: Google Earth)

2.1.2.5 Cunetas

Las cunetas cumplen un rol esencial en el drenaje de las carreteras, ya que su función principal es recolectar y canalizar el agua superficial hacia cauces naturales u obras de drenaje. Sin embargo, si no se diseñan, construyen y mantienen adecuadamente para ser traspasables, pueden representar un riesgo para la seguridad vial.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

Las cunetas traspasables se caracterizan por sus pendientes suaves, lados amplios y una profundidad reducida, lo que permite que los vehículos que salen de la calzada puedan atravesarlas sin sufrir desviaciones bruscas, vuelcos o desaceleraciones repentinas que comprometan su estabilidad y la seguridad de sus ocupantes.

En los casos en los que no sea posible implementar cunetas traspasables, se deben evaluar alternativas como su reubicación fuera de la zona despejada, el uso de sistemas de drenaje subterráneo o la instalación de barreras de protección para evitar que los vehículos ingresen a las mismas.

Mediante los siguientes ábacos se puede determinar la sección transversal recomendadas en cunetas de cambio brusco de pendientes (triangulares), y en cunetas de cambio gradual de pendientes (redondeadas y trapezoidales). Las configuraciones de taludes y contrataludes fuera de la zona rayada no se consideran recomendables.

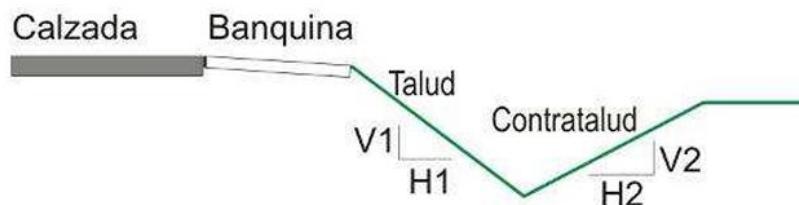


Figura 2.5. Perfil Transversal de cuneta con cambio brusco de pendientes. (Fuente: C3, Normas DNV).

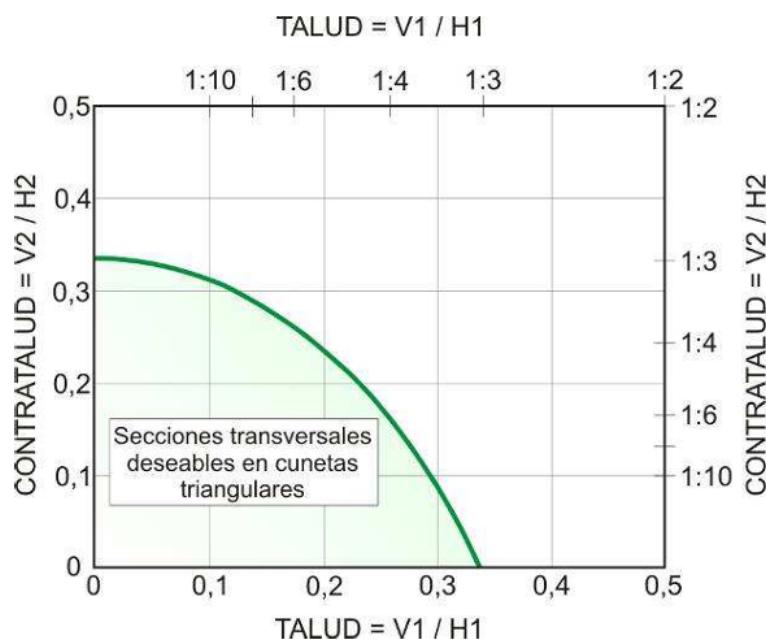


Figura 2.6. Ábaco de secciones transversales de cunetas con cambio brusco de pendiente. (Fuente: C3, Normas DNV).

El siguiente ábaco es aplicable a cuentas redondeadas con solera mayor que 2,4 m y cunetas trapezoidales con solera mayor que 1,2 m.

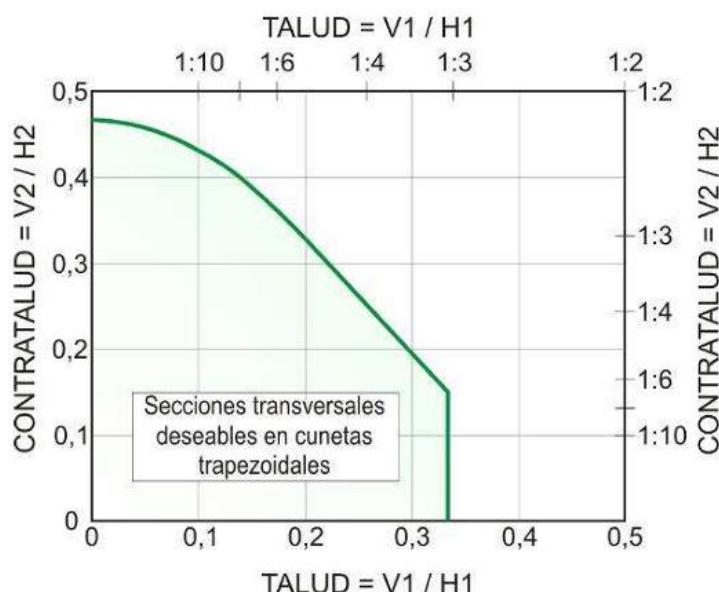


Figura 2.7. Abaco de secciones transversales de cunetas con cambio gradual de pendiente. (Fuente: C3, Normas DNV).

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

El análisis de las cunetas revela que su diseño original fue concebido para ser transitable y mantenerse fuera de la zona despejada, contribuyendo así a la seguridad vial. Sin embargo, en la actualidad se identifican deficiencias en el mantenimiento de las cunetas. Además, se han construido canales laterales a la calzada que presentan una configuración que los hace intransitables.



Fotografía 2.18. Vegetación en cuneta. (Fuente: Elaboración Propia).



Fotografía 2.19. Cunetas no transitables. (Fuente: Elaboración Propia).



Fotografía 2.20. Cunetas no transitables. (Fuente: Elaboración Propia).

CONCLUSIÓN

El análisis realizado evidencia la ausencia de un mantenimiento adecuado en las cunetas, lo que ha favorecido el crecimiento descontrolado de vegetación comprometiendo la funcionalidad del sistema de drenaje. Además, se ha identificado la construcción de canales laterales a la calzada que, si bien se encuentran fuera de la zona despejada, presentan una configuración intransitable y esto hace que en caso de que un vehículo salga de la calzada y los alcance, se incremente significativamente el riesgo de accidentes aumentando la probabilidad de vuelcos o impactos severos.

En conjunto, estos factores indican que, si bien el diseño original de las cunetas en el tramo de estudio fue correctamente concebido, las modificaciones y la falta de mantenimiento han deteriorado sus condiciones de seguridad. Como resultado, en la actualidad, estas cuñas pueden considerarse inseguras desde el punto de vista de la seguridad nominal, ya que no garantizan una contención adecuada ni favorecen la recuperación de los vehículos en situaciones de emergencia.

2.1.2.6 Contrataludes.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

El contratalud puede ser traspasable o no, dependiendo de su pendiente y la presencia de objetos fijos. Si la pendiente es de 1:3 o más tendida y no presenta objetos fijos, su impacto en la seguridad vial suele ser mínimo, independientemente de su distancia a la calzada.

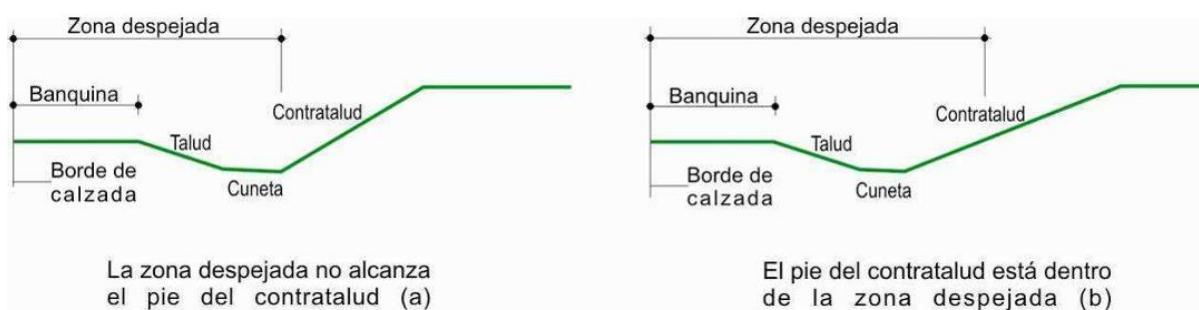


Figura 2.8. Diseño de contrataludes. (Fuente: C3, Normas DNV).

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO.

El análisis de las contrataludes presentes en el tramo en estudio permite determinar que su ubicación se encuentra fuera de la zona despejada.

CONCLUSION

Debido a su localización, los contrataludes no representan un riesgo potencial significativo para los usuarios de la ruta, ya que no afectan la visibilidad ni la maniobrabilidad de los vehículos. Por lo tanto, se puede considerar que desde el punto de vista de la seguridad nominal no presentan inconvenientes.

2.1.2.7 Tendido eléctrico

El tendido eléctrico en rutas debe cumplir con ciertos requisitos para garantizar la seguridad vial y el correcto funcionamiento de la infraestructura.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

En cuanto a las alturas mínimas del cableado, estas dependen del nivel de tensión de la línea. Para baja tensión, con valores de hasta 1 kV, la altura mínima sobre la calzada debe ser de 5,5 metros. En el caso de líneas de media tensión, con un rango entre 1 kV y 33 kV, la altura mínima se incrementa a 6,5 metros. Para alta tensión, con valores superiores a 33 kV, la altura varía entre 7 y 8 metros, dependiendo del nivel exacto de tensión.

La ubicación de los postes respecto a la calzada también es un aspecto fundamental. En rutas con banquinas amplias, los postes deben situarse a una distancia de 3 a 5 metros del borde del pavimento para minimizar riesgos en caso de accidentes. En rutas de alta velocidad y autopistas, la instalación debe realizarse fuera del área de banquina transitable o en sectores protegidos con barreras de contención si la proximidad a la calzada es inevitable.

ANÁLISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

En el tramo en estudio, el tendido eléctrico corresponde a una línea de media tensión. Si bien los postes están ubicados a una distancia adecuada respecto al borde de la calzada, se observa que la altura del cableado no alcanza los valores mínimos requeridos de 6,5 metros, lo que podría representar un riesgo para la seguridad vial, especialmente para vehículos de gran porte. Además,

se identifican sectores donde la proximidad de los cables a la calzada es más pronunciada, lo que será documentado a través de fotografías adjuntas para una mejor evaluación de la situación.



Fotografía 2.21. Tendido eléctrico bajo. (Fuente: Elaboración Propia).

CONCLUSIONES

El tendido eléctrico en el tramo analizado no cumple con la altura mínima reglamentaria de 6,5 metros para líneas de media tensión, lo que representa un riesgo para la seguridad vial, especialmente para vehículos de gran porte. Por lo tanto, se considera nominalmente inseguro.

2.1.2.8 Objetos Peligrosos.

Los peligros en el costado del camino son elementos o condiciones que, por su ubicación y estructura, incrementan el riesgo de accidentes y la gravedad de sus consecuencias en caso de que un vehículo salga de la calzada. Muchos de estos objetos presentan una baja capacidad de absorción de energía, lo que agrava el impacto y las lesiones de los ocupantes.

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Durante la evaluación, se identifican los elementos peligrosos en los costados del camino, destacándose árboles y postes de diversas estructuras. Además, se observa la presencia de ganado vacío en la ruta, lo que representa un peligro adicional para la seguridad vial.

Durante el recorrido, se identifican con mayor frecuencia la presencia de árboles con un diámetro considerable en los costados del camino, los cuales representan un riesgo significativo para la seguridad vial. Cuando el tronco de un árbol no es flexible y su diámetro supera los 10 cm, absorba una mínima parte de la energía generada por un impacto, manteniendo abruptamente el vehículo. Esta condición expone a los ocupantes a fuerzas de desaceleración que superan los límites tolerables por el cuerpo humano, aumentando la gravedad de las lesiones en caso de colisión.

Además, cuanto más próximos se encuentren a la calzada, mayor es la probabilidad de impacto y, por lo tanto, el nivel de peligro que representan.



Fotografía 2.22. Árbol en zona Despejada. (Fuente: Elaboración Propia).



Fotografía 2.23. Diámetro de árbol superior a 10cm. (Fuente: Elaboración Propia).



Fotografía 2.24. Postes de luz en Zona Despejada. (Fuente: Elaboración Propia).

CONCLUSIONES

Del análisis realizado, se concluye que, a lo largo del tramo de ruta evaluado, se identifican diversos objetos peligrosos que comprometen la seguridad vial, haciendo que el tramo sea inseguro desde el punto de vista de la seguridad nominal.

Se destaca especialmente la presencia de árboles dentro de la zona despejada, ya que representan un riesgo significativo para los usuarios de la vía. Según datos de la FHWA – (Administración Federal de Vialidad de Estados Unidos), los árboles son los objetos fijos más frecuentemente impactados en accidentes viales, representando aproximadamente un 30 % de las colisiones contra objetos fijos. Además, estos impactos resultan en una alta tasa de fatalidad, causando alrededor del 10% de todas las muertes en siniestros viales.

2.1.3 CURVAS

El diseño de una curva horizontal se basa en la resistencia a la fuerza centrífuga generada cuando un vehículo circula por una trayectoria curva. Para garantizar la seguridad y el confort de los conductores, el radio mínimo de curvatura se determina en función de la velocidad del vehículo (v), el peralte (e) y un coeficiente de fricción transversal adecuado para condiciones húmedas.

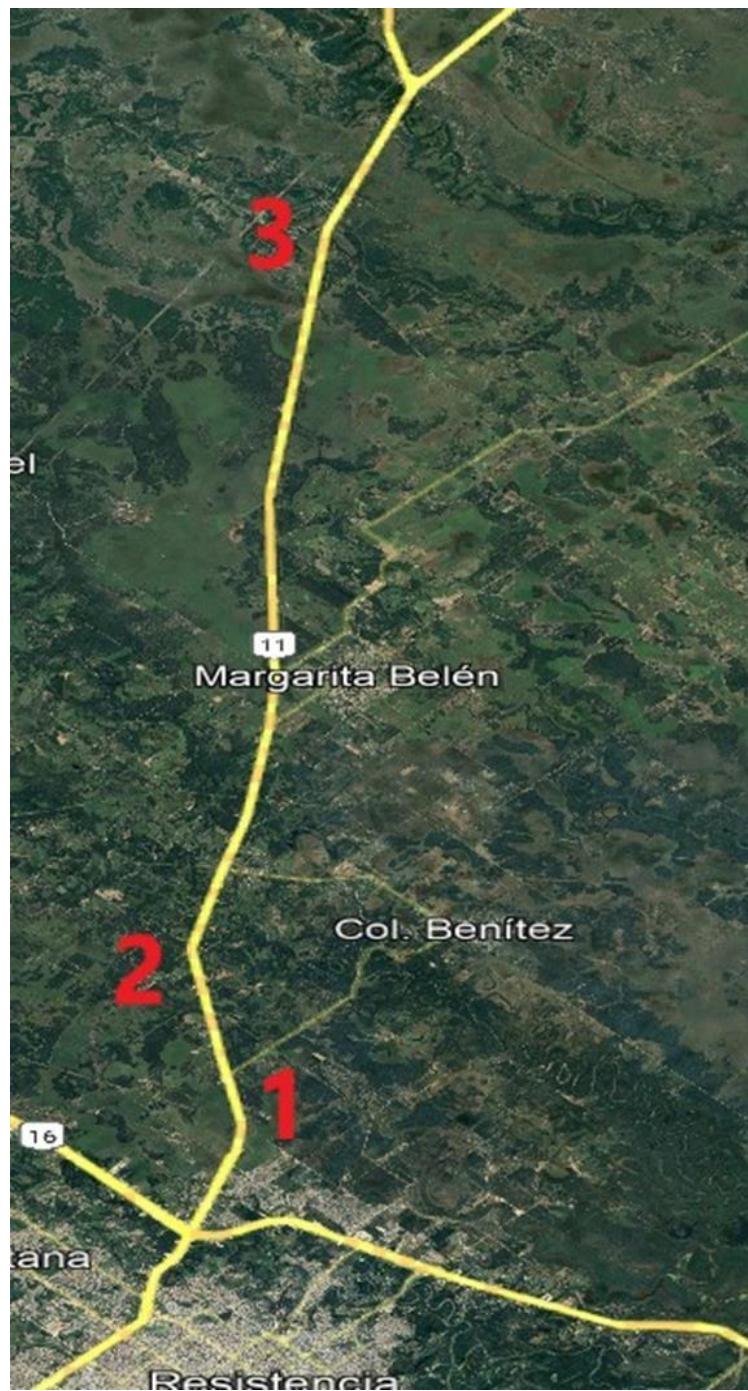
ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

En el tramo analizado de la Ruta Nacional N.^o 11, la velocidad directriz es de 110 km/h. Por lo tanto, es fundamental evaluar si las condiciones geométricas de la vía cumplen con los parámetros de diseño establecidos para esta velocidad, garantizando así una circulación segura y eficiente.



Fotografía 2.25. Señalización de Velocidad Directriz. (Fuente: Elaboración Propia).

En el tramo en estudio, se identificarán tres curvas en las cuales se realiza el análisis de su diseño geométrico, y su numeración se indica en la siguiente imagen.



Fotografía 2.26. Curvas de Análisis en el tramo de estudio. (Fuente: Elaboración Propia).

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

2.1.3.1 Radio mínimo absoluto y Radio mínimo deseable.

El Radio mínimo absoluto es el valor del radio correspondiente a la condición límite de seguridad contra el deslizamiento lateral, considerando que el vehículo circula a la velocidad directriz, que la curva tiene el peralte máximo y el valor de fricción transversal es el máximo correspondiente para una calzada húmeda.

En cambio, el Radio mínimo deseable es el valor del radio calculado con la velocidad media de marcha en flujo libre correspondiente a la velocidad directriz, el peralte máximo y para el cual el coeficiente de fricción transversal húmeda es nulo.

El peralte “e” es el valor de la inclinación lateral dado a la calzada en curvas horizontales para contrarrestar parte o toda la fuerza centrífuga desarrollada en el plano de la calzada y contribuir al equilibrio dinámico.

Se fijaron tres valores máximos del peralte en base a la combinación de los siguientes factores.

Tabla 2.10. Peraltes máximos (emáx). Fuente (Fuente: C3, Normas DNV).

Peralte máximo	Condiciones en que se desarrolla la ruta
10%	En zonas rurales montañosas, con heladas o nevadas poco frecuentes
8%	En zonas rurales llanas, con heladas o nevadas poco frecuentes
6%	En zonas próximas a las urbanas, con vehículos que operan a bajas velocidades, o en zonas rurales, llanas o montañosas, sujetas a heladas o nevadas frecuentes

El coeficiente de fricción transversal depende de una serie de factores: la velocidad del vehículo, el tipo, condición y peralte de la superficie del camino, y el tipo y estado de los neumáticos.

Tabla 2.11. Coeficiente de fricción transversal máxima. (Fuente: C3, Normas DNV).

V km/h	f _{tmáx}
25	0,17
30	0,17
40	0,16
50	0,16
60	0,15
70	0,15
80	0,14
90	0,13
100	0,12
110	0,10
120	0,09
130	0,08
140	0,07

Para el tramo de ruta en estudio, las curvas deben presentar un peralte del 8%, conforme a las condiciones establecidas en la tabla.

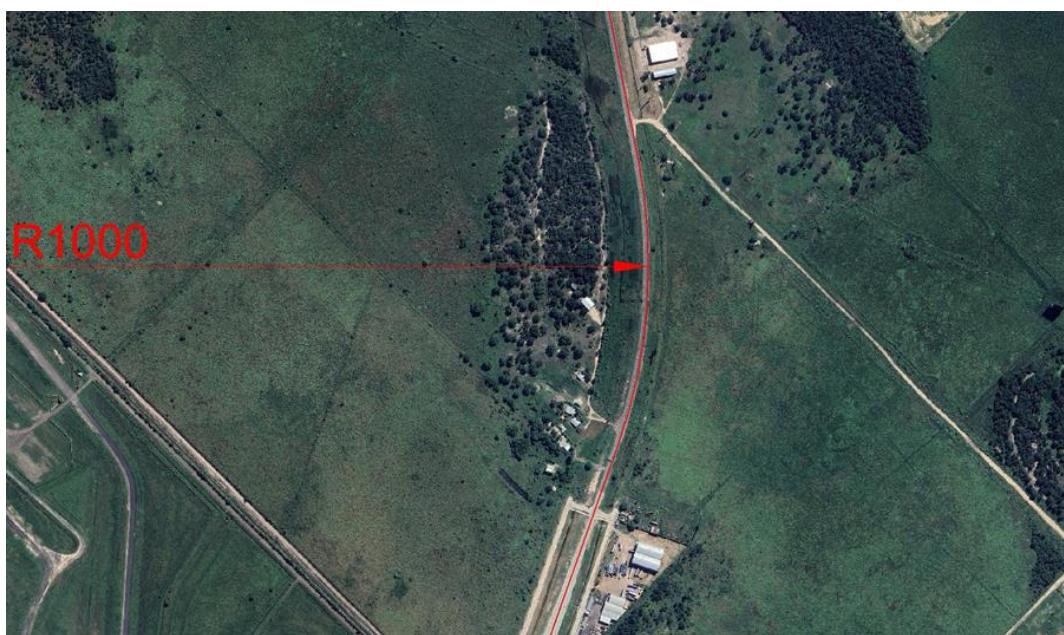
A través de la siguiente tabla, donde se calculan los radios mínimos absolutos y los radios mínimos deseables en función de la velocidad directriz y el peralte, se determinan los valores requeridos según las Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial para una velocidad directriz de 110 km/h. Luego, estos radios de curvatura serán verificados en las tres curvas del

tramo analizado en la auditoría de seguridad vial, con el objetivo de evaluar su cumplimiento con la normativa vigente.

Tabla 2.12. Radios mínimos deseables y absolutos para peralte máximos. (Fuente: C3, Normas DNV).

Velocidad directriz km/h	Peralte máximo 6%		Peralte máximo 8%		Peralte máximo 10%	
	Radios mínimos		Radios mínimos		Radios mínimos	
	Deseable m	Absoluto m	Deseable m	Absoluto m	Deseable m	Absoluto m
25	80	20	60	20	50	20
30	120	30	90	30	70	25
40	210	55	155	50	125	50
50	290	90	220	85	175	75
60	395	135	300	120	240	110
70	515	185	385	170	310	155
80	645	250	480	230	385	210
90	785	340	585	305	470	280
100	935	450	700	405	560	365
110	1095	585	820	520	655	470
120	1270	755	950	665	760	595
130	1450	970	1085	845	870	750
140	1640	1235	1230	1065	985	935

Para determinar los radios de curvatura en cada una de las curvas del tramo analizado, se utilizaron imágenes obtenidas del programa Google Earth, a partir de capturas de pantalla. Posteriormente, estas imágenes fueron escaladas en AutoCAD, permitiendo trazar circunferencias que coincidan con la curvatura de cada tramo, facilitando así la medición precisa de sus radios.



Fotografía 2.27. CURVA 1 – Km 1.011. (Fuente: Elaboración Propia).



Fotografía 2.28. CURVA 2 – Km 1.017. (Fuente: Elaboración Propia).



Fotografía 2.29. CURVA 3 – Km 1.041. (Fuente: Elaboración Propia).

2.1.3.2 Sobreanchos.

Para garantizar condiciones de seguridad equivalentes entre curvas horizontales y tramos rectos en el cruce de vehículos en sentidos opuestos, es necesario incorporar sobreanchos. Esto se debe a que, al trazar una curva, el vehículo ocupa un mayor ancho debido a la trayectoria interna de las ruedas traseras respecto a las delanteras y a la proyección del extremo lateral delantero externo. Además, los conductores experimentan mayor dificultad para mantener la posición central en su

carril, especialmente a altas velocidades, dificultad que disminuye con radios de curvatura mayores.

La magnitud del sobreancho se determina en función de un vehículo representativo del tránsito. Debido a la alta presencia de vehículos pesados, se adopta como referencia el camión semirremolque, conforme a la práctica de la DNV, cuyas medidas son:

- Distancia entre la parte frontal y eje delantero: $l_1 = 1,35 \text{ m}$
- Distancia entre el eje delantero y el eje trasero de la unidad tractora: $l_2 = 4,3 \text{ m}$
- Distancia entre el eje trasero de la unidad tractora y el eje del semirremolque: $l_3 = 9,35 \text{ m}$

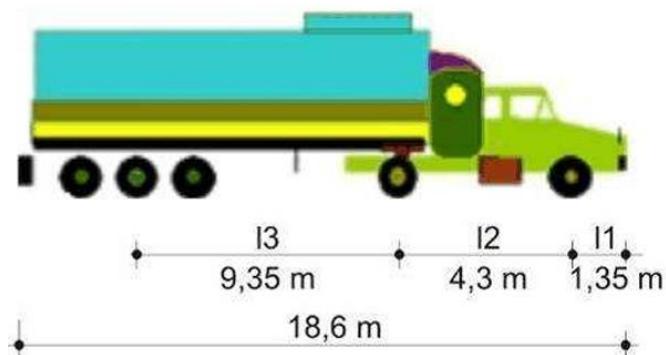


Figura 2.9. Semirremolque adoptado para diseño. (Fuente: C3, Normas DNV).

En la siguiente tabla se expresan los valores de sobreancho, en función del radio y de la velocidad directriz, para el vehículo de control adoptado.

Tabla 2.13. Sobreanchos para el vehículo semirremolque de la DVN y ac= 6,7 m. (Fuente: C3, Normas DNV).

R m	Velocidad Directriz (km/h)												
	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
20	6,6												
30	4,3	4,4											
40	3,3	3,3											
50	2,6	2,7	2,8										
60	2,2	2,3	2,4										
70	1,9	2	2,1										
80	1,7	1,7	1,9	2									
90	1,5	1,6	1,7	1,8									
100	1,4	1,4	1,5	1,6									
110	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6								
120	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5								
130	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4								
140	1	1,1	1,1	1,2	1,3								
150	1	1	1,1	1,2	1,2								
175	0,8	0,9	0,9	1	1,1	1,2							
200	0,7	0,8	0,8	0,9	1	1,1							
250	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1						
300	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9					
400	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8				
500		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7			
600		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7			
700			0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6		
800				0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6		
900					0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	
1000						0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	
1200							0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	
1300								0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	
1400									0,4	0,4	0,4	0,5	
1500										0,4	0,4	0,4	
2000											0,4	0,4	

Para los radios de curvatura analizados en el tramo, que presentan valores elevados, alcanzando los 1000 metros e incluso superiores, el sobreancho requerido se determina conforme a tablas normativas, resultando en 0,5 metros para la velocidad directriz establecida. Si bien esta condición se respeta en la infraestructura actual, se verifica que el ancho de calzada es inferior a los valores exigidos por la normativa para una velocidad directriz de 110 km/h.

2.1.3.3 Distancia Visual de Detención (DVD) en curvas horizontales.

Las distancias visuales de detención en curvas horizontales son esenciales para garantizar la seguridad vial, ya que permiten a los conductores reaccionar a tiempo ante obstáculos. Para su cálculo, se consideran factores como el radio del eje del carril interior (Rci) y la distancia visual de detención (DVD). Un parámetro clave en este análisis es m1, que representa la ordenada media desde el obstáculo al eje del carril interior y se obtiene a partir de una tabla en función de Rci y DVD. Este valor es fundamental para evaluar si la visibilidad en la curva es suficiente o si es necesario realizar ajustes en el diseño de la vía.

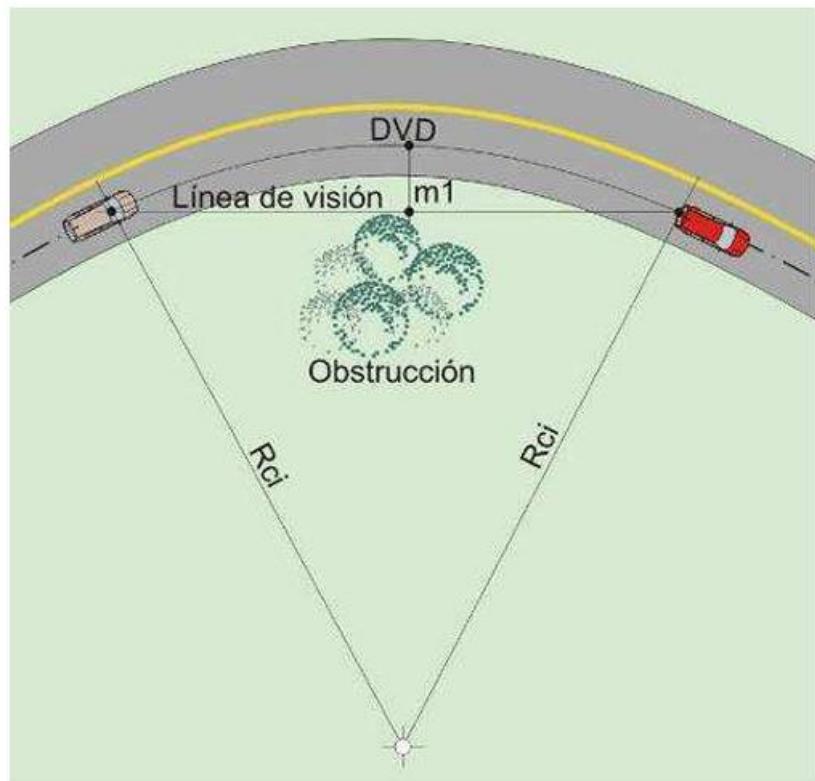


Figura 2.10. Distancia Visual de Detención en Curvas Horizontales. (Fuente: C3, Normas DNV).

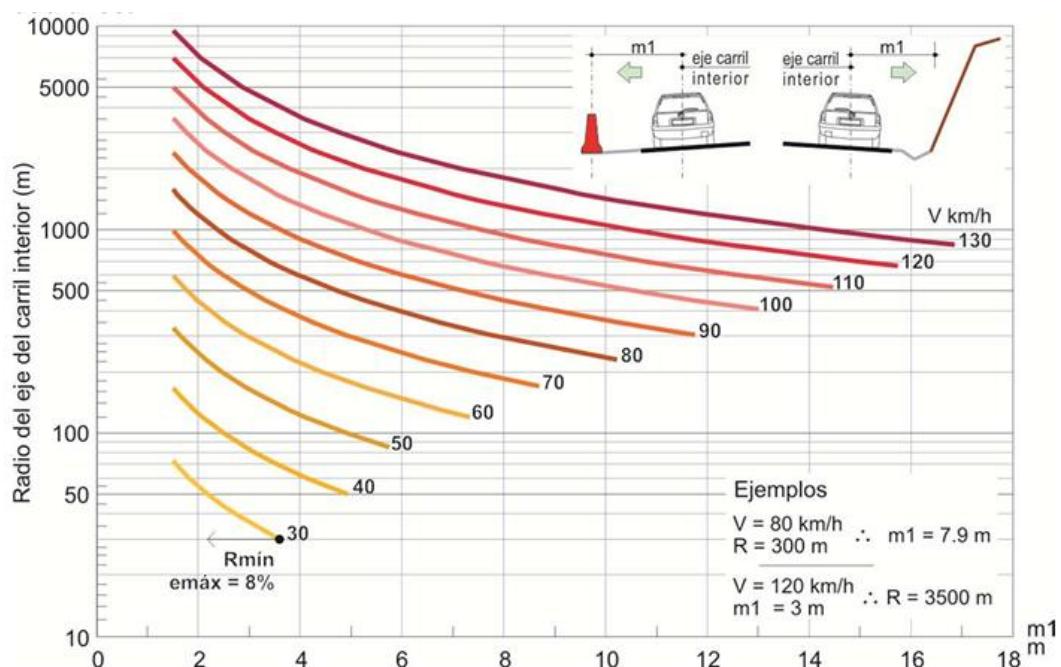


Figura 2.11. Ábaco para el cálculo de m1. (Fuente: C3, Normas DNV).

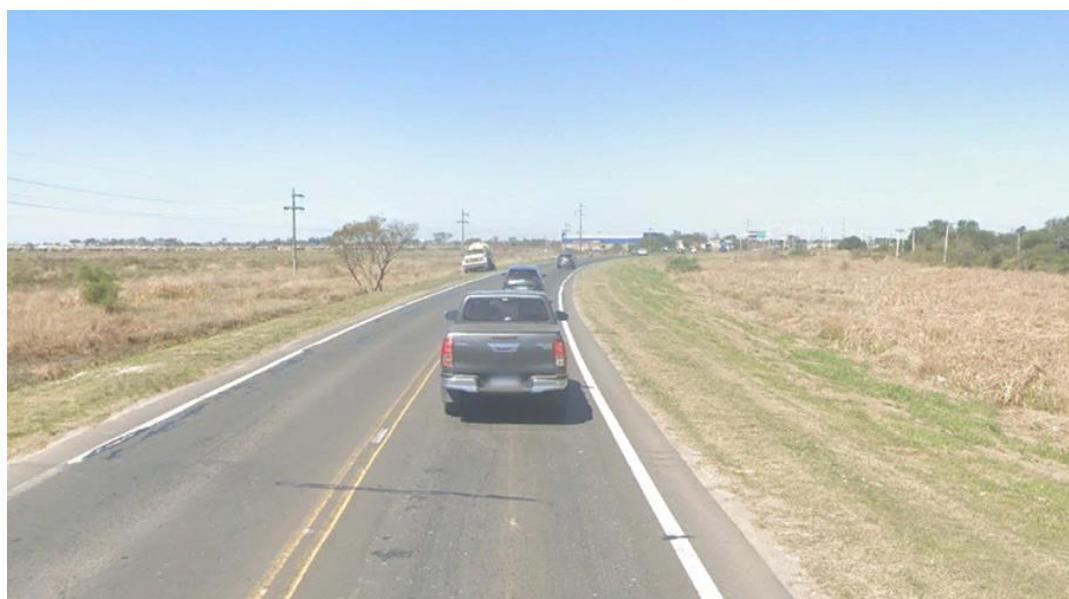
Al analizar el tramo, se observa que la curva con el radio mínimo de 1000 metros es la más restrictiva en términos de visibilidad. Al interceptar la línea correspondiente a una velocidad

directriz de 110 km/h, se obtiene un valor de la ordenada media desde el obstáculo al eje del carril interior (m_1) de 8 metros, este valor se debe respetar para poder garantizar que los conductores tengan una distancia de visibilidad suficiente lo que resulta fundamental para prevenir maniobras bruscas, reducir el riesgo de colisiones y mejorar la seguridad vial en el tramo analizado.

- **Análisis de Curvas en el Tramo de Estudio.**



Fotografía 2.30. DVD de Curva 1 - Km 1.011 en sentido Ascendente. (Fuente: Google Earth).



Fotografía 2.31. DVD de Curva 1 - Km 1.011 en sentido Descendente. (Fuente: Google Earth).



Fotografía 2.32. DVD de Curva 2 - Km 1.017 en sentido Ascendente. (Fuente: Google Earth).



Fotografía 2.33. DVD de Curva 2 - Km 1.017 en sentido Descendente. (Fuente: Google Earth).



Fotografía 2.34. DVD de Curva 3 - Km 1.041 en sentido Ascendente. (Fuente: Google Earth).



Fotografía 2.35. DVD de Curva 3 - Km 1.011 en sentido Descendente. (Fuente: Google Earth).

CONCLUSIONES

Tras analizar y comparar los radios de las curvas existentes con los valores establecidos en la normativa, se concluye que las curvas cumplen con los radios mínimos y deseables requeridos, lo que indica que se encuentran en condiciones adecuadas. No obstante, es necesario verificar el

peralte de las curvas para confirmar que los valores de los radios mínimos sean realmente los correspondientes.

En cuanto a los sobreanchos, se cumple con un incremento de 0,5 metros en cada lado de la curva, pero al tener un ancho de banquina inferior al requerido se presentan de igual manera se problemas en las curvas.

La distancia visual de detención (DVD), se observa que se cuenta con un amplio margen de visibilidad, y el valor de m_1 supera los 8 metros, lo que garantiza buenas condiciones para la seguridad vial en las curvas.

En conclusión, desde el punto de vista de la seguridad nominal, las características geométricas del tramo analizado cumplen con los parámetros normativos.

2.1.4 DRENAJE

El sistema de drenaje en carreteras es un componente fundamental para garantizar la seguridad y durabilidad de la infraestructura vial. En el caso de la Ruta Nacional N.^º11, el tramo en estudio cuenta con 26 alcantarillas y 5 puentes de hormigón armado (H^ºA^º), los cuales cumplen un rol esencial en la evacuación del agua de ríos, arroyos y lluvia y en la protección de la calzada frente a posibles daños por erosión o inundaciones.

El diseño y mantenimiento adecuados de estos sistemas son fundamentales para prevenir la acumulación de agua en la vía, ya que esta puede causar deterioro en la estructura del pavimento y condiciones de conducción inseguras. En este análisis, se evaluará el estado actual de los elementos de drenaje, su capacidad hidráulica y su eficiencia para manejar los caudales de escurrimiento, contrastándolos con los requisitos normativos vigentes. El objetivo es identificar oportunidades de mejora que optimicen su funcionamiento y aumenten la vida útil de la ruta.

2.1.4.1 Puentes

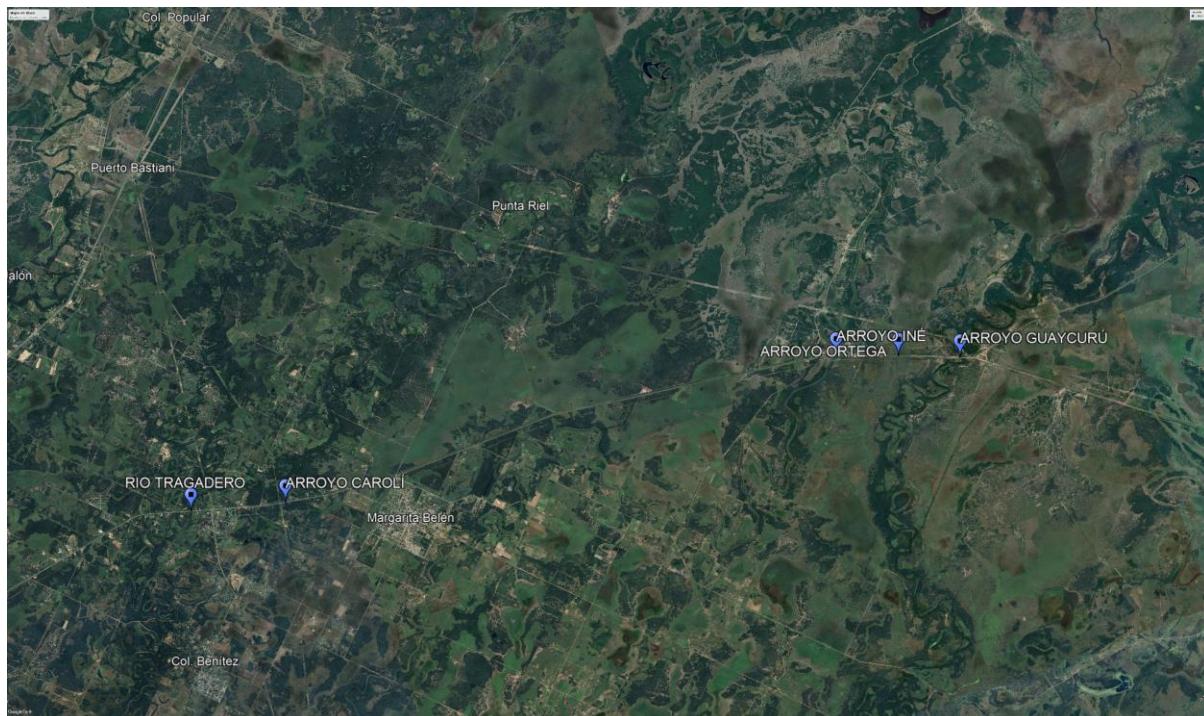
Los puentes son elementos esenciales en la infraestructura vial, ya que permiten la continuidad del tránsito sobre obstáculos naturales como ríos, arroyos o zonas de baja capacidad portante. En el tramo analizado de la Ruta Nacional 11, se encuentran 5 puentes de hormigón armado (H^ºA^º), cuya función es garantizar la conectividad y seguridad del corredor vial.

El adecuado diseño, mantenimiento y evaluación estructural de estos puentes es esencial para evitar fallas que puedan comprometer la estabilidad de la infraestructura y la seguridad de los usuarios. En este estudio, se analizarán sus condiciones actuales, con el objetivo de identificar posibles deficiencias y proponer soluciones que contribuyan a mejorar su desempeño y prolongar su vida útil.

A continuación, se enumeran los ríos y arroyos presentes en el tramo, junto con su ubicación específica.

Tabla 2.14. Ubicación de los puentes. (Fuente: propia)

Río/Arroyo	Ubicación (km)
Río Tragadero	1018,56
Arroyo Caroli	1021,68
Arroyo Iné	1040,31
Arroyo Ortega	1042,39
Arroyo Guaycurú	1044,37



Fotografía 2.36. Ubicación de los puentes en el tramo. (Fuente: Google Earth).

MEDIDAS REGLAMENTARIAS SEGÚN DNV

- DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico de un puente debe integrarse armónicamente con la vía, evitando cambios abruptos que afecten la conducción. Para ello, se establecen los siguientes criterios:

Sección Transversal.

- El ancho del puente debe ser igual al del coronamiento de los accesos, asegurando continuidad en la calzada y evitando sorpresas al conductor.
- En puentes angostos pueden presentarse problemas como reducción inesperada de velocidad, riesgo de colisiones traseras y falta de espacio para maniobras de emergencia.
- La ausencia de banquinas adecuadas en puentes puede aumentar la peligrosidad, limitando la distancia visual en curvas y obligando a ciclistas o peatones a utilizar los carriles vehiculares.

- En carreteras de calzadas indivisas de categorías II a V, el perfil de la carpeta de rodamiento debe seguir un esquema estandarizado, independientemente del material.

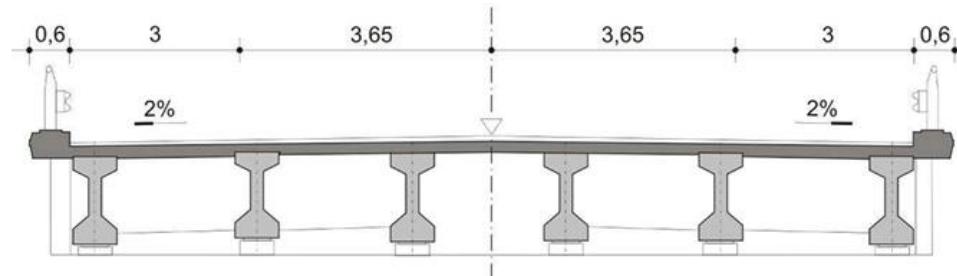


Figura 2.12. Perfil tipo de puentes para caminos rurales, categoría II, III, IV y V. (Fuente: C3, Normas DNV).

Elementos Complementarios:

- Las banquinas, carriles, bombeos y peralte deben adaptarse a la obra básica del camino, siendo pavimentadas en toda su extensión dentro del puente.
- Si el puente incluye tránsito ciclista, las barandas deben tener una altura mínima de 1,4 m, caso contrario, la altura mínima es de 1,1 m.
- En zonas rurales, no se proyectarán veredas peatonales.

- CRITERIOS DE SEGURIDAD

Un puente seguro es el resultado de una combinación de buena ingeniería y planificación, abordando aspectos clave como:

- Advertencia Temprana y Delineación:

Se deben implementar sistemas de señalización y demarcación que alerten a los conductores con anticipación. La adecuada delineación del puente permite una transición visual clara entre la calzada y la estructura, reduciendo la posibilidad de maniobras bruscas.

- Banquinas y Espacios de Seguridad:

Las banquinas en puentes deben tener el mismo ancho que las del tramo normal de la carretera, con un mínimo adicional de 0,6 m para garantizar que los conductores puedan detenerse de manera segura en caso de emergencia.

- Reducción de Invasiones y Riesgos de Colisión:

En puentes angostos, el uso de MREPs (Marcadores Retroreflectivos Elevados de Pavimento) ha demostrado ser eficaz para reducir invasiones al carril contrario, mejorando la seguridad.

- Sistemas de Contención y Barreras de Protección:

Las barreras de puente son barreras longitudinales destinadas a evitar que un vehículo caiga del puente y para separar los flujos en el caso de tableros únicos. Forman parte integral de la

estructura y usualmente son rígidas. Están compuestas por tres zonas, la normal, la de transición y los extremos de barrera. La longitud de necesidad es la suma de sección normal y transición.

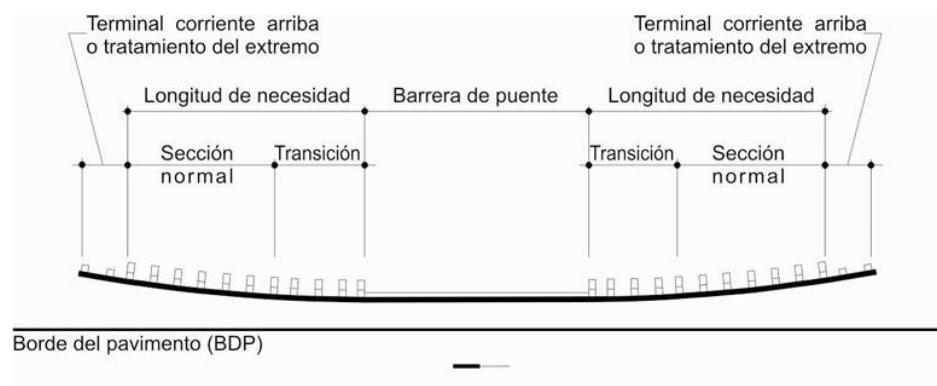


Figura 2.13. Partes de una barrera longitudinal. (Fuente: C7, Normas DNV).

Las barreras longitudinales se dividen en tres tipos según su capacidad de deformación.

- Los sistemas rígidos son estructuras de hormigón o acero que prácticamente no se deforman. No presentan deformaciones significativas al impacto y son más seguras para estructuras expuestas a tránsito pesado.
- Los sistemas semirrígidos están formados por perfiles metálicos y postes de acero o madera, absorbiendo parte del impacto mediante su deformación. Son flexibles, pero redirigen el vehículo tras el choque.
- Los sistemas flexibles utilizan cables de acero o vigas metálicas con postes débiles, absorbiendo la mayor parte de la energía del impacto. Requieren anclajes en sus extremos y una zona despejada de 3 metros detrás para permitir la deflexión.

Transiciones entre barreras:

Las transiciones en barreras sirven para conectar sistemas de distinta rigidez de forma progresiva, evitando impactos severos al cambiar de una barrera semirrígida a una rígida, como en los puentes. Un diseño inadecuado puede provocar enganches o impactos frontales peligrosos. Se recomienda el uso de anclajes o pernos pasantes para garantizar la resistencia estructural.

Extremos de barreras:

Los extremos de barreras deben tratarse adecuadamente, ya que un choque contra un extremo sin protección puede ser grave, causando vuelco o penetración en el vehículo. Para prevenir esto, se utilizan tratamientos de extremo y amortiguadores de impacto, que desaceleran o redirigen el vehículo.

Los tratamientos de extremo pueden ser traspasables, permitiendo que el vehículo pase a través del dispositivo o no traspasables, redirigiendo el vehículo tras el impacto. Deben mantener la misma capacidad de redireccionamiento que la barrera y, en el caso de los traspasables, requieren una zona despejada de al menos 25 m de largo y 6 m de ancho. Además, las pendientes de aproximación no deben superar 1:10 para garantizar estabilidad en el impacto.

Los amortiguadores de impacto protegen los extremos de barreras y objetos fijos en ramas de salida y medianas. Están diseñados para vehículos livianos, ya que disipar la energía de vehículos pesados requeriría demasiado espacio. Según la Resolución DNV 423/02, deben cumplir con los ensayos del NCHRP Report 350 o EN 1317, dependiendo de si son instalaciones permanentes o transitorias. Se clasifican en:

- Sin capacidad de redireccionamiento (AB)
- Con capacidad de redireccionamiento penetrables (AR-P)
- Con capacidad de redireccionamiento no penetrables (AR-NP)
- Móviles (AM)

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Mediante el registro fotográfico realizado durante el recorrido, se busca identificar deficiencias en la infraestructura de los puentes, evaluando su conformidad con los estándares básicos de diseño y seguridad vial. A través de inspecciones visuales y toma de datos en campo, se pretende detectar puntos críticos que puedan comprometer la transitabilidad y la seguridad de los usuarios. El objetivo es recomendar soluciones técnicas que optimicen la infraestructura y reduzcan los riesgos asociados a su uso.

Se observa que todos los puentes relevados presentan dimensiones homogéneas en cuanto a ancho, con posibles variaciones en la longitud y altura. Las patologías detectadas son similares en la mayoría de los casos, aunque con diferencias puntuales en su manifestación y severidad, tal como se detalla en las tablas en anexo.

A continuación, se mencionan algunas observaciones generales de los mismos.

- **Ancho del puente:** Se constata que el ancho de los puentes es equivalente al de la calzada, lo cual es adecuado en términos de continuidad de la vía. Sin embargo, dado que la calzada presenta un ancho insuficiente para una correcta operatividad, esta deficiencia se replica en las estructuras de los puentes.
- **Banquinas:** Los puentes carecen de las banquinas reglamentarias de tres metros, por ende, tampoco se respeta el mínimo adicional de 0,6 m para garantizar que los conductores puedan detenerse de manera segura en caso de emergencia.
- **Altura de barandas rígidas de puentes:** Las mismas miden aproximadamente 75 centímetros, esta altura es insuficiente, ya que la altura mínima es de 1,4 metros por tener presencia de tránsito ciclista. Se observa falta de mantenimiento rutinario, como limpieza y pintura. Además, en algunas zonas específicas hay pérdida de sección del hormigón y armadura expuesta.
- **Defensas semirígidas:** Se identificaron defensas semirígidas ubicadas a 3 metros de la calzada antes de la estructura del puente, lo que se considera una configuración adecuada. Faltan bulones de sujeción en algunos empalmes.
- **Extremos de defensas:** La defensa semirígida no tiene un tratamiento de extremo ni un amortiguador de impacto, solamente termina de forma inclinada hacia el suelo, lo que es un diseño común pero no el más seguro. Un extremo sin tratamiento adecuado puede representar un peligro, ya que, en caso de impacto, el vehículo podría levantarse, engancharse o incluso penetrar la barrera.

- **Conexión entre defensas:** Se evidencia una transición inadecuada entre las defensas rígidas y semirígidas, lo que puede comprometer la contención vehicular en caso de impacto.
- **Sistemas de drenaje:** Se detecta falta de mantenimiento en los dispositivos de desagüe, lo que propicia la acumulación de agua en la zona y genera un progresivo hundimiento del suelo bajo el puente. Este fenómeno es característico de puentes antiguos con estribos abiertos.
- **Losas de aproximación y juntas de dilatación:** Se observa que en algunos puentes las losas de aproximación fueron demolidas, lo que conlleva a la eliminación de los dispositivos de juntas de dilatación. Esta situación afecta negativamente la durabilidad de la carpeta de rodadura y favorece la aparición de patologías como baches y fisuras prematuras.
- **Terraplén:** Los mismos presentan deficiencias en su estabilización, evidenciándose hundimientos del pavimento por derrumbes parciales de los terraplenes. Esta condición podría comprometer la seguridad estructural de la obra.
- **Fisuras y grietas en la estructura principal:** En la superestructura, considerando la antigüedad del puente y las normativas de diseño aplicadas en su construcción, las fisuras detectadas se consideran acordes a estos criterios. En la subestructura, se observan fisuras verticales atribuibles a la contracción del hormigón.
- **Fisuras y grietas en elementos secundarios:** Presencia de fisuras en modillones y postes de barandas.
- **Armadura expuesta:** En la superestructura, se identifican puntos específicos de armadura expuesta en las vigas transversales y en la losa de tablero. En la subestructura, el recubrimiento insuficiente, la porosidad del hormigón y la agresividad del agua afectan la pila.
- **Defectos adicionales en los elementos principales y secundarios:** En la superestructura se observan signos de segregación, juntas de hormigonado desprolijas y la presencia de alambres de atado y sujeción de los encofrados no retirados. En la subestructura, se detectan segregación y degradación de la superficie debido a los efectos del medio ambiente. En los elementos secundarios, se presentan segregación, manchas de humedad y acumulación de moho.
- **Problemas en aparatos de apoyo:** apoyos oxidados, rotados y obstruidos por la acumulación de suelo y restos de mezcla asfáltica.
- **Carpeta:** No se observan fisuras, grietas, oquedades o baches en carpeta de desgaste, ya que la misma en todos los puentes es nueva. Solamente en la parte de los terraplenes se observa hundimiento significativo.
- **Peligros para el tránsito debido a obstáculos y/o mala señalización:** Todos los puentes presentan una señalización insuficiente. En el caso del puente sobre el Río Tragadero, al estar ubicado en una zona periurbana, se observa circulación de peatones, ciclistas y motociclistas. Por lo tanto, se recomienda reforzar la señalización en dicha área.
- **Iluminación y otras instalaciones o servicios:** No se observan servicios adosados al puente.
- **Escaleras de desagües:** Ninguno de los puentes cuenta con escaleras de desagüe.
- **Erosión de márgenes:** Se observa erosión moderada en los márgenes.
- **Limpieza:** Se requiere limpieza y remoción de obstáculos en el cauce.

- **Ineficiencia hidráulica:** Las pilas de los puentes tienen forma rectangular, lo que genera una ineficiencia en el flujo hidráulico.
- **Insuficiencia hidráulica:** La reducción de la sección de escurrimiento se debe al avance de la defensa de los estribos hacia el cauce, y a la obstrucción parcial por la presencia de árboles y arbustos.

Todas las problemáticas específicas de cada uno de los puentes anteriormente nombrados se encuentran en las tablas en el anexo del presente documento.

A continuación, se presenta el registro fotográfico de los mismos.



Fotografía 2.37. Defensa semirrígida antes del Puente sobre el Río Tragadero. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.38. Defensa semirrígida antes del Puente sobre el Río Tragadero. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.39. Ausencia de banquinas en Puente. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.40. Transición entre defensas inadecuada. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.41. Altura de defensa semirígida insuficiente. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.42. Baranda rígida sin mantenimiento. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.43. Altura de defensa rígida insuficiente. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.44. Presencia de fisuras en defensa rígida. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.45. Falta de mantenimiento en defensa. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.46. Hundimiento del terraplén en ingreso al puente. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.47. Hundimiento del pavimento en ingreso al puente. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.48. Condición actual del cauce. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.49. Hundimiento y fisuras en pavimento por falla del terraplén. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.50. Falta de mantenimiento en sistemas de drenaje. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.51. Falta de continuidad entre defensas. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.52. Severa falta de mantenimiento, defensas caídas. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.53. Taludes desprendidos. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.54. Inexistencia de junta de dilatación y losa de aproximación. (Fuente: Elaboración propia).

A partir de este análisis se han identificado diversas deficiencias que comprometen tanto su seguridad estructural como su funcionalidad. Aunque el ancho de los puentes es adecuado en relación con la calzada, la insuficiencia de esta última se replica en las estructuras del puente, además de la falta de banquinas en los mismos, afectando esto a la operatividad general.

Además, la falta de mantenimiento en los sistemas de drenaje y las fisuras en la estructura principal y secundaria, junto con la exposición de la armadura, evidencian un deterioro que podría comprometer la estabilidad a largo plazo.

La transición inadecuada entre las defensas rígidas y flexibles, los defectos en los aparatos de apoyo, y la insuficiencia de la señalización en áreas periurbanas, también son factores que aumentan el riesgo para los conductores y peatones.

Por otro lado, la ineficiencia hidráulica de las pilas y la obstrucción parcial por vegetación, sumado a la erosión de márgenes y la falta de escaleras de desagüe, contribuyen al deterioro progresivo de la infraestructura.

Debido a estas múltiples problemáticas, los puentes en su estado actual deben considerarse nominalmente inseguros.

2.1.4.2 Alcantarillas

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

Las alcantarillas son estructuras de drenaje transversal que conducen el agua por debajo del coronamiento. Sus extremos (entrada y salida) comprenden muros de cabeceras y alas de hormigón para las estructuras más grandes y secciones extremas rectas o biseladas para los conductos más pequeños.

Aunque estos tipos de diseños de extremos sean hidráulicamente eficientes y minimicen los problemas de erosión, pueden representar un peligro para el vehículo que circula fuera de la calzada. Para mitigar estos riesgos, las Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial (DNV) recomiendan:

- Proyectar los extremos de las alcantarillas más allá de la zona de desviación (ZD) para evitar colisiones directas.
- Diseñar extremos traspasables para que los vehículos puedan pasar sin daños.
- Instalar barreras solo si no es posible extender el extremo fuera de la ZD o hacerlo traspasable con rejas.

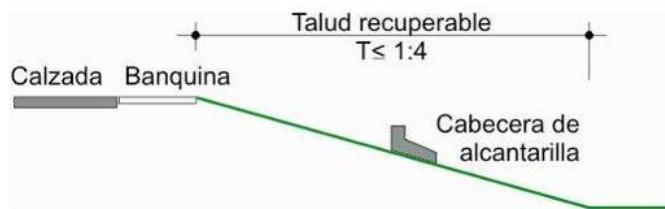


Figura 2.14. Recomendación de ubicación de extremos de alcantarilla. (Fuente: C7, Normas DNV).

Si no se puede extender la alcantarilla, se sugiere agregar una reja entre las alas para permitir el paso de vehículos desviados. Además, se debe mantener la pendiente del talud y evitar que los elementos de la alcantarilla sobresalgan más de 10 cm del terreno.

En casos donde se opta por una barrera, no se deben usar barreras de hormigón si la alcantarilla está en la ZD. También se debe tener en cuenta la longitud y el tipo de empotramiento de la barrera según las características de la alcantarilla.

El balizamiento de obstáculos fijos es útil para destacar su presencia en condiciones de mala visibilidad, pero es una medida del todo insuficiente cuando el obstáculo está próximo a la calzada, y debe instalarse un sistema de defensa para evitar un choque contra él en caso de salida de vía.

Desde la banquina, la señalización de alcantarillas debe ubicarse fuera de la zona transitable. Según normativas generales:

- Si la banquina es de tierra, la señal debe colocarse a al menos 1,50 m del borde exterior de la banquina.

- Si la banquina es pavimentada o estabilizada, la distancia recomendada es mínimo 2,00 m desde el borde exterior de la banquina.

Estas distancias garantizan que la señal no obstruya el tránsito y sea visible sin representar un riesgo.

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

El sistema de alcantarillado de la ruta, según los resultados del relevamiento realizado, ha demostrado ser suficiente para la evacuación y conducción de los excesos hídricos actuales. Las alcantarillas instaladas corresponden al tipo O-41211-I, cuyas ubicaciones se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 2.15. Ubicación y características geométricas de alcantarillas. (Fuente: Elaboración propia).

Tipo Alcantarilla	Ubicación (km)	Longitud (m)	H (m)
Alc. Tipo O-41211-I	1010	2,6	2,4
Alc. Tipo O-41211-I	1011	2	1,2
Alc. Tipo O-41211-I	1012	2,4	1,1
Alc. Tipo O-41211-I	1015	2	1,75
Alc. Tipo O-41211-I	1015	3,1	1,75
Alc. Tipo O-41211-I	1017	3,1	2,6
Alc. Tipo O-41211-I	1019	3	2,55
Alc. Tipo O-41211-I	1023	2	1,05
Alc. Tipo O-41211-I	1024	2,1	2,45
Alc. Tipo O-41211-I	1025	2,2	2
Alc. Tipo O-41211-I	1026	2,1	1
Alc. Tipo O-41211-I	1028	2,4	1,8
Alc. Tipo O-41211-I	1029	2,1	1,8
Alc. Tipo O-41211-I	1030	2	1,3
Alc. Tipo O-41211-I	1031	2,2	1,8
Alc. Tipo O-41211-I	1033	3,2	1,55
Alc. Tipo O-41211-I	1035	2,1	0,7
Alc. Tipo O-41211-I	1035,7	2,1	1,5
Alc. Tipo O-41211-I	1036	2,1	1
Alc. Tipo O-41211-I	1037	2,2	1,3
Alc. Tipo O-41211-I	1042	1,6	1,1
Alc. Tipo O-41211-I	1044	2,1	1
Alc. Tipo O-41211-I	1045	1,1	0,9
Alc. Tipo O-41211-I	1046	2,1	1,1

Sin embargo, se ha observado falta de mantenimiento en los pasos de alcantarilla, algunos cuentan con un paramento vertical de hormigón, señalizado en blanco y rojo en su frente, pero sin la instalación complementaria de defensas y otros directamente con estos paramentos de hormigón sin pintar, lo cual representa un peligro para la vida de los conductores. Esta condición

implica una protección insuficiente, lo que representa un riesgo para la seguridad vial, como se evidencia en las fotografías siguientes.

Las cabeceras de alcantarillas, así como las alcantarillas transversales y laterales, representan un riesgo significativo para la seguridad vial. Su condición de objetos fijos, sumada a su estructura y ubicación, aumenta la probabilidad de daños a los vehículos y pone en riesgo la integridad de los ocupantes en caso de salida de calzada.

Además, la distancia desde el borde de la banquina hasta su ubicación no cumple con los parámetros adecuados de seguridad.

En función del análisis realizado y de la comparación con la normativa vigente, se concluye que las alcantarillas evaluadas presentan condiciones de seguridad insuficientes, lo que las califica como elementos potencialmente peligrosos dentro del corredor vial en estudio y como elementos nominalmente inseguros.



Fotografía 2.55. Señalización insuficiente de las alcantarillas. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.56. Alcantarilla sin defensa y poco visible. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.57. Alcantarilla sin reja ubicada en ZD. (Fuente: Elaboración propia).

2.1.5 INTERSECCIONES Y ACCESOS

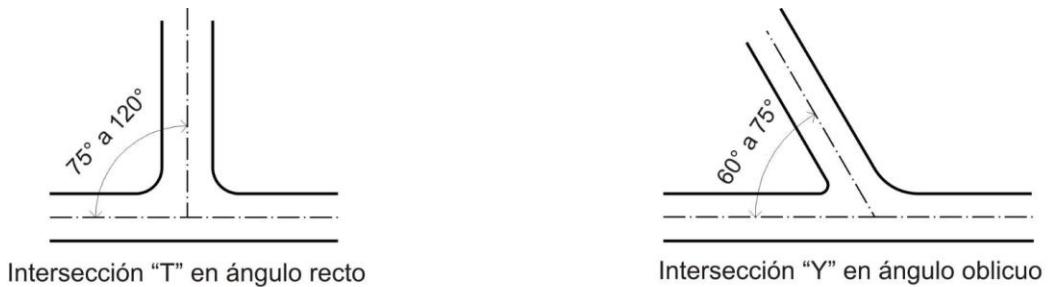
2.1.5.1 Intersecciones

Las intersecciones viales son puntos críticos dentro de una red de carreteras, ya que en ellas convergen distintos flujos de tránsito, generando interacciones entre vehículos y peatones. Su diseño, regulación y condiciones de operación influyen directamente en la seguridad vial, pudiendo representar riesgos significativos si no están adecuadamente planificadas, señalizadas y mantenidas.

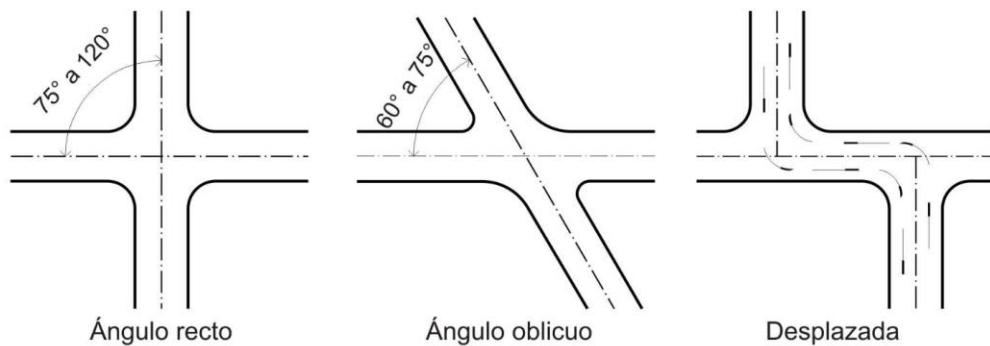
En esta sección se analiza el estado de seguridad de las intersecciones ubicadas en el tramo de la Ruta Nacional 11, específicamente en los accesos a Colonia Benítez y Margarita Belén, de acuerdo con las normativas de Vialidad Nacional de Argentina. Para ello, se consideran factores clave como la geometría de las intersecciones, el flujo vehicular, la visibilidad, la señalización, la iluminación y la presencia de medidas de mitigación de riesgos.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

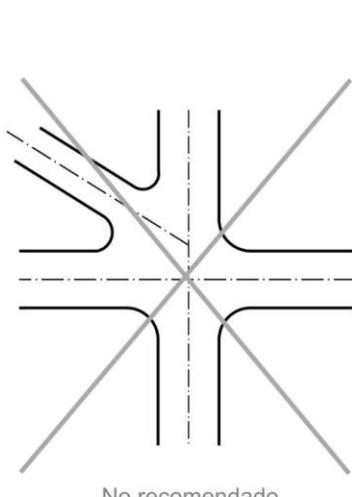
Las intersecciones viales pueden clasificarse según su forma en cuatro tipos principales. Las intersecciones en T o Y están conformadas por tres ramales, donde un camino se une a otro principal, permitiendo giros en distintas direcciones. Las intersecciones en X, también llamadas en cruz, tienen cuatro ramales y se generan cuando dos caminos se intersectan en ángulo recto. Las intersecciones multirrama incluyen aquellas con más de cuatro ramales, lo que genera mayor complejidad en la circulación y posibles conflictos de tránsito. Por último, las rotundas, las cuales se tratarán en otro apartado, son intersecciones circulares en las que los vehículos ingresan a una calzada anular y deben ceder el paso a quienes ya circulan dentro del anillo, favoreciendo una circulación más fluida y segura.



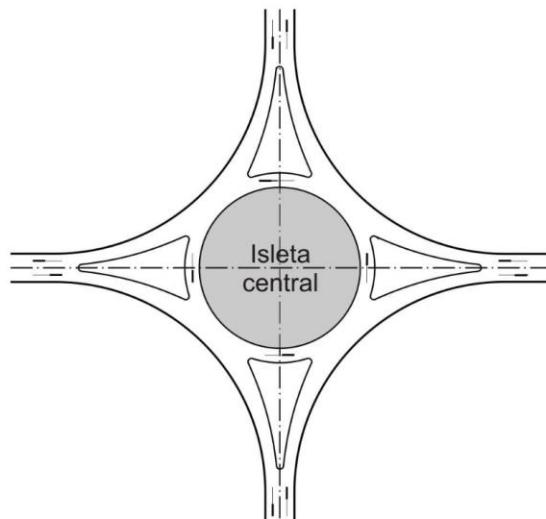
A - Intersecciones de tres ramas



B - Intersecciones de cuatro ramas



C - Intersección multirramal



D - Rotonda

Figura 2.15. Tipos de intersecciones a nivel. (Fuente: C5, Normas, DNV).

La capacidad de una intersección está determinada por la cantidad de vehículos que pueden atravesarla de manera eficiente en un período de tiempo determinado. Para definir el tipo de intersección más adecuado, se consideran factores como el volumen de tránsito, la velocidad de operación y la distribución de los flujos vehiculares. A medida que el tráfico aumenta, es necesario implementar soluciones que mejoren la fluidez y reduzcan los conflictos entre los distintos movimientos.

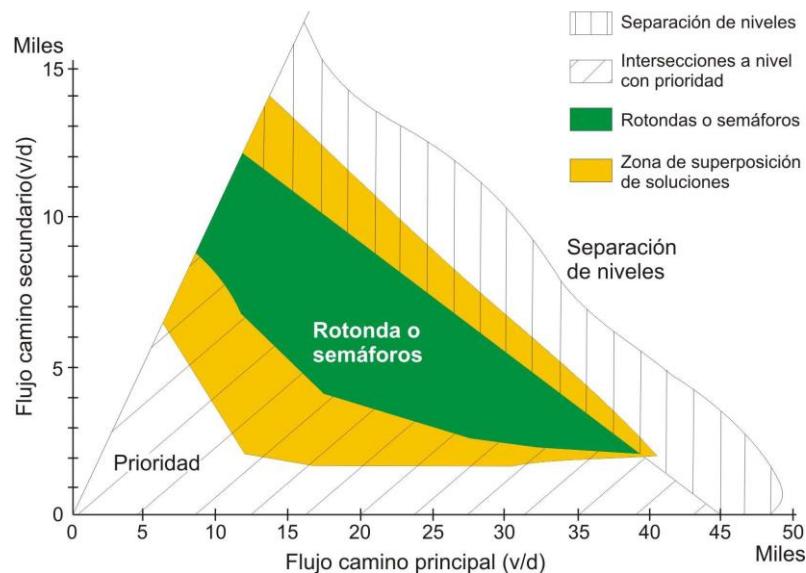


Figura 2.16. Tipo de intersección basado en flujos de tránsito. (Fuente: C5, Normas, DNV).

La figura 2.16 presenta una referencia para determinar qué tipo de intersección se necesita según los volúmenes de tránsito. Para bajos valores de TMDA, suelen ser suficientes intersecciones simples con prioridad de paso. A medida que el flujo vehicular aumenta, se recomienda la incorporación de rotondas, intersecciones semaforizadas o incluso cruces a distinto nivel cuando el tránsito es muy elevado.

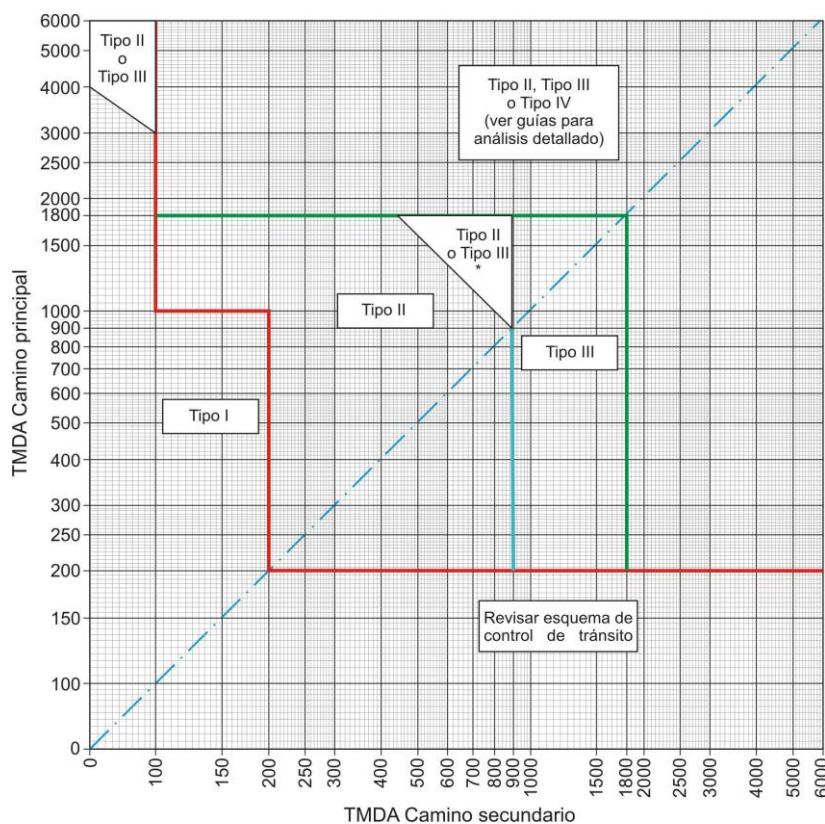
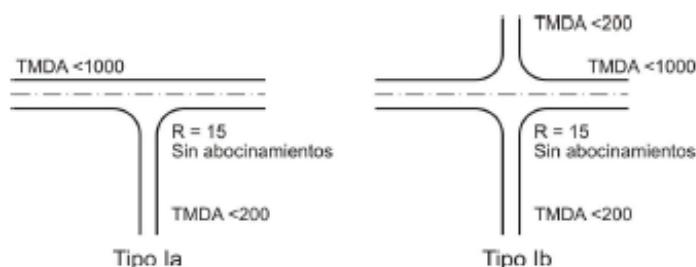


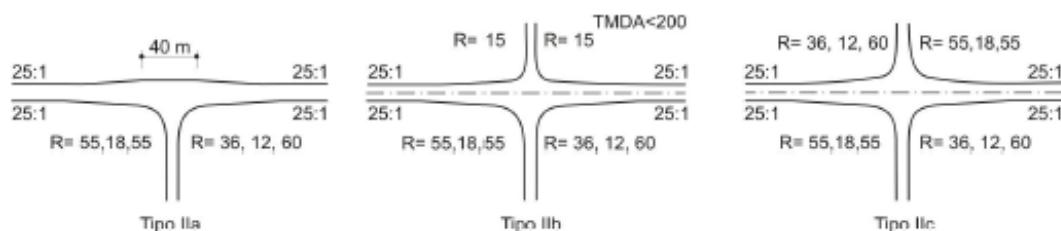
Figura 2.17. Selección del tipo de intersección a nivel en caminos de dos carriles y dos sentidos, basada en flujos de tránsito. (Fuente: C5, Normas, DNV).

En caminos bidireccionales de dos carriles con una velocidad directriz de 90 km/h o más, la figura 2.17 clasifica las intersecciones a nivel en cuatro tipos según las condiciones del tráfico. El **Tipo I** tiene curvas simples sin abocinamientos, mientras que el **Tipo II** incluye curvas simples o de tres centros con abocinamientos. El **Tipo III** mantiene las características del Tipo II, pero agrega carriles auxiliares para giros. Finalmente, el **Tipo IV** es una intersección canalizada con isletas y carriles auxiliares, mejorando la seguridad y organización del tránsito.

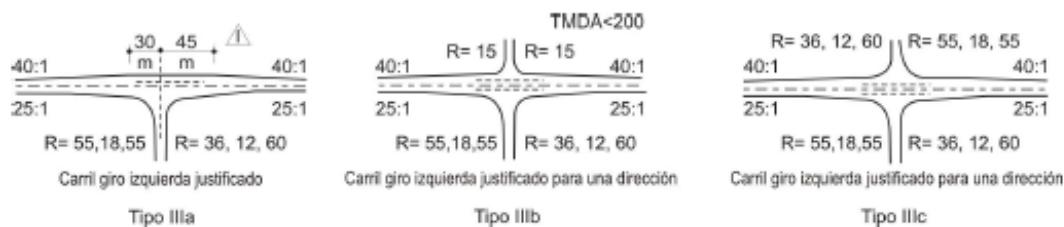
Tipo I: con curvas simples, sin abocinamientos



Tipo II: con curvas simples o de tres centros, con abocinamientos



Tipo III: ídem II, ensanchadas (con carriles auxiliares para giros)



Tipo IV: canalizada, con isletas y carriles auxiliares para giros

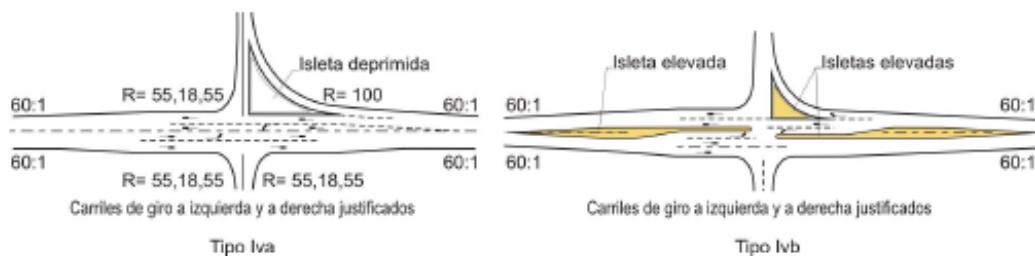


Figura 2.18. Tipos de intersección a nivel en caminos bidireccionales de dos carriles (velocidad directriz ≥ 90 km/h). (Fuente: C5, Normas, DNV).

El espaciamiento entre intersecciones influye directamente en la operación, capacidad y seguridad de la red vial. Una distribución adecuada permite optimizar el flujo vehicular, minimizar los conflictos de tránsito y mejorar la accesibilidad a las distintas vías.

En zonas rurales, el espaciamiento recomendado entre intersecciones varía entre 8 y 16 kilómetros, con un mínimo deseable de 3 kilómetros. Esto permite mantener velocidades de operación elevadas y reducir puntos de conflicto.

El movimiento de cruce directo se produce cuando un vehículo atraviesa la intersección en línea recta, cruzando otra corriente de tránsito. Para su correcta ejecución, la normativa recomienda que el ángulo de cruce sea cercano a 90° para optimizar la visibilidad y facilitar la percepción de otros vehículos.

El giro a la derecha en una intersección puede realizarse de diferentes maneras según el volumen de tránsito y la velocidad deseada. La normativa establece varias opciones de diseño para facilitar esta maniobra, desde giros simples hasta soluciones con canalización y carriles exclusivos.

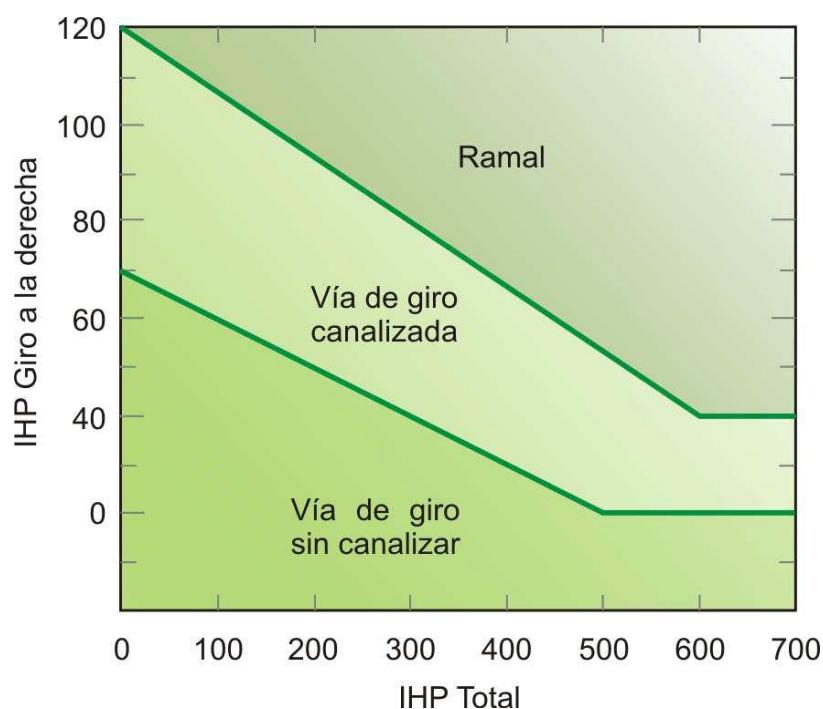


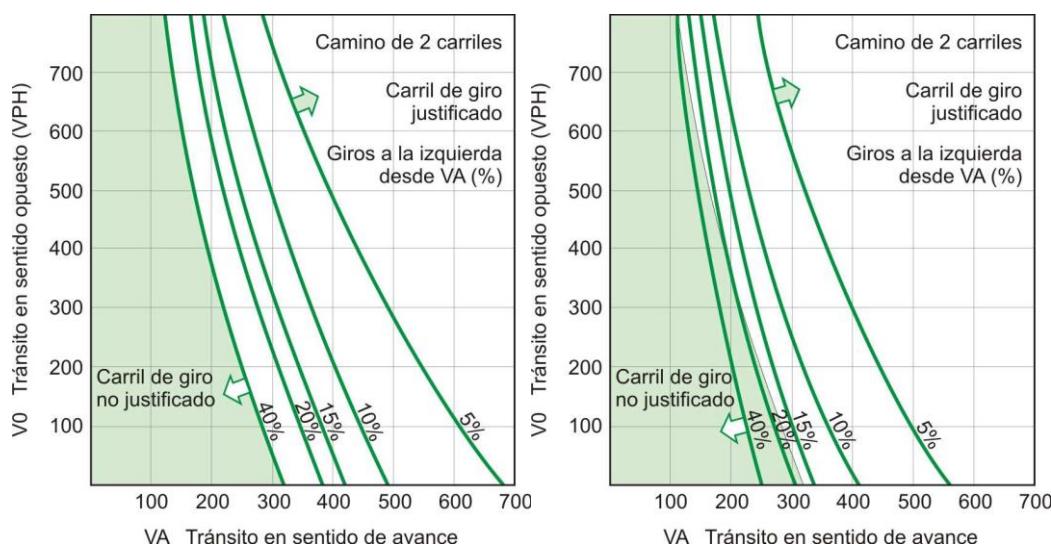
Figura 2.19. Guía para diseño de vías de giro a la derecha (V camino principal ≥ 90 km/h). (Fuente: C5, Normas, DNV).

La figura 2.18 proporciona una guía para determinar el tipo de vía de giro a la derecha según la relación entre el tránsito total y el volumen de vehículos que giran. Cuando el flujo de giro es bajo, puede utilizarse un carril de giro sin canalizar, donde los vehículos reducen la velocidad antes de completar la maniobra. A medida que el volumen de giro aumenta, se recomienda la inclusión de carriles canalizados con isletas o ramas de giro separadas, que permiten realizar la maniobra con mayor fluidez y seguridad. En casos de tránsito intenso, pueden implementarse carriles de cambio de velocidad, que facilitan la incorporación progresiva a la vía principal sin generar interrupciones bruscas en el flujo vehicular.



Figura 2.20. Vías de giro a la derecha. (Fuente: C5, Normas DNV).

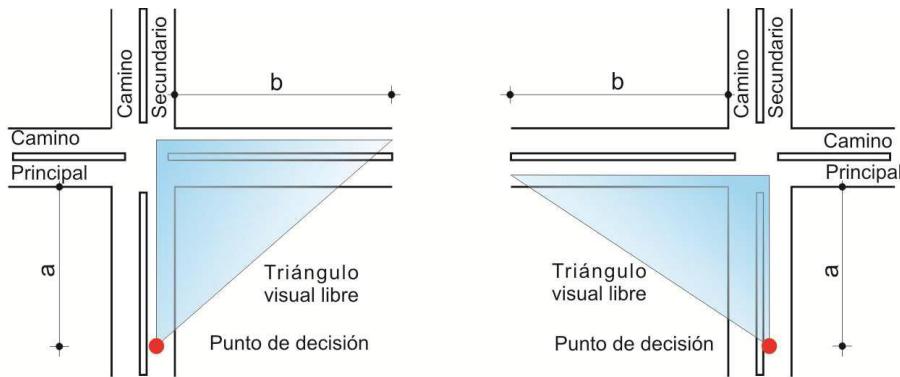
El giro a la izquierda es una de las maniobras más críticas en una intersección, ya que implica el cruce de otras trayectorias de tránsito. Para minimizar riesgos y mejorar la fluidez, la normativa establece diferentes soluciones según el volumen vehicular y la velocidad de la vía.



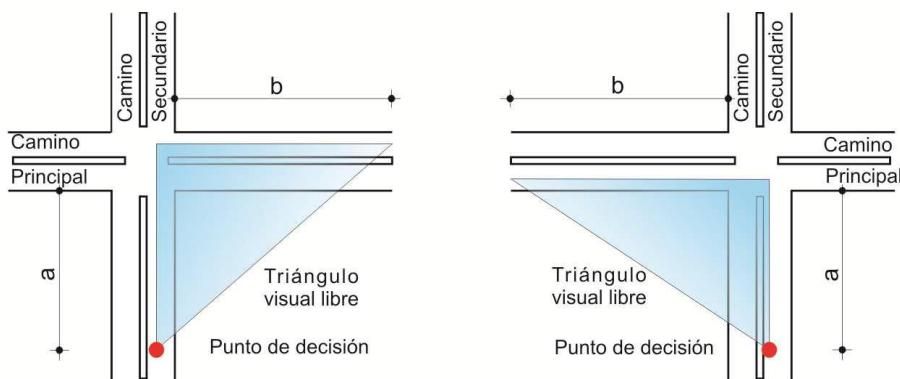
Figuras 2.21. Guías para diseño de carriles centrales para giro a izquierda en intersecciones no semaforizadas. $V < 90 \text{ km/h}$ y $V \geq 90 \text{ km/h}$, respectivamente. (Fuente: C5, Normas DNV).

Las figuras 2.20 proporcionan criterios para determinar la necesidad de carriles centrales de espera y giro en intersecciones no semaforizadas, dependiendo del flujo vehicular en la vía principal y el porcentaje de giros a la izquierda. Si el volumen de tránsito es bajo, la maniobra puede realizarse sin un carril específico. A medida que el tránsito aumenta, se recomienda la incorporación de carriles centrales de espera, que permiten desacelerar fuera del flujo principal y brindan un área segura para realizar el giro. En caminos de alta velocidad ($\geq 90 \text{ km/h}$), la necesidad de estos carriles es aún mayor, ya que facilitan la maniobra sin afectar la circulación del tránsito directo.

La distancia visual en intersecciones varía según el tipo de control de tránsito. En particular, los Casos A y B establecen criterios específicos para la determinación de los triángulos visuales, asegurando que los conductores puedan percibir vehículos potencialmente conflictivos con suficiente anticipación para maniobrar de manera segura.



Triángulo visual de aproximación para ver el tránsito que se aproxima desde la derecha



Triángulo visual de aproximación para ver el tránsito que se aproxima desde la derecha

Triángulo visual de aproximación para ver el tránsito que se aproxima desde la izquierda

Figura 2.22. Triángulos de visibilidad. (Fuente: C5, Normas DNV).

En intersecciones sin señalización de prioridad (Caso A), los conductores deben poder detectar otros vehículos con suficiente anticipación para reducir la velocidad o detenerse si es necesario. Para ello, se establecen triángulos visuales de aproximación, cuyos lados (b) se determinan en función de la distancia visual de detención.

La longitud de b se obtiene considerando:

- Velocidad de aproximación del vehículo en la vía principal.
- Tiempo de percepción y reacción del conductor.
- Distancia de frenado necesaria para detenerse antes del punto de conflicto.

Tabla 2.16. Distancias visuales recomendadas para intersecciones sin control acceso (Caso A). (Fuente: C5, Normas DNV).

Velocidad Directriz km/h	Distancia Visual m
20	20
30	25
40	30
50	40
60	50
70	65
80	80
90	95
100	120
110	140
120	165

Si la pendiente del camino secundario supera el 3%, se aplican factores de ajuste que incrementan el valor de b. En caso de que no se pueda garantizar la distancia visual recomendada, se debe instalar señalización preventiva o modificar la geometría de la intersección.

Tabla 2.17. Factores de ajuste para distancias visuales aproximaciones basadas en pendiente aproximación. (Fuente: C5, Normas DNV).

Pendiente aproximación %	Velocidad directriz km/h									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
-8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
-5	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
-4	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
-3 a +3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
+4	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
+5	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
+6	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

En las intersecciones con PARE en el camino secundario, se establecen triángulos visuales de partida, ya que los vehículos deben detenerse antes de ingresar a la intersección y evaluar cuándo es seguro cruzar o incorporarse.

Tabla 2.18. Tiempos viaje usados para determinar lado del triángulo visual de partida a lo largo del camino principal para giros izquierda y derecha desde aproximaciones controladas con PARE (Casos B1 y B2). (Fuente: C5, Normas DNV)

Vehículo diseño	Tiempo de viaje (s) a la velocidad diseño del camino principal
Automóvil	7,5
Camión unidad - simple	9,5
Semirremolque	11,5

Tabla 2.19. Tiempos de viaje usados para determinar lado del triángulo visual de partida a lo largo camino principal para acomodar maniobras cruce en intersecciones controladas por PARE (Caso B3).

(Fuente: C5, Normas, DNV)

Vehículo diseño	Tiempo de viaje (s) a la velocidad diseño del camino principal
Automóvil	6,5
Camión unidad - simple	8,5
Semirremolque	10,5

La longitud de b se obtiene multiplicando la velocidad de la vía principal (m/s) por el tiempo de viaje crítico necesario para completar la maniobra, de acuerdo con los valores de la Tabla 2.17 para giros y la Tabla 2.18 para cruces. Para los giros a la izquierda desde el camino secundario, el valor de b se calcula como:

$$tc = ta + \frac{w + la}{0,167 * Vmenor}$$

$$b = 0,278 * Vmayor * tc$$

Siendo:

- tc = tiempo de viaje para llegar y pasar por el camino principal en una maniobra de cruce, (s).
- b = longitud de lado de triángulo visual a lo largo del camino principal (m)
- ta = tiempo de viaje para llegar al camino principal desde el punto de decisión para un vehículo que no se detiene (s) (usar valor adecuado para la velocidad de diseño del camino secundario según la Tabla 5.6, ajustado por pendiente de aproximación)
- w = ancho de intersección a cruzar (m)
- la = longitud del vehículo de diseño (m)
- Vmenor = velocidad de diseño en camino secundario (km/h)
- Vmayor = velocidad de diseño de camino principal (km/h)

Donde ta se obtiene de las tablas 2.17 y 2.18, dependiendo del tipo de vehículo (automóvil, camión simple o semirremolque). En el giro a la derecha, el cálculo es similar, pero con tiempos de viaje menores, ya que la maniobra no cruza otras trayectorias.

Para el cruce recto del camino principal, la longitud de b se obtiene de la misma ecuación, pero ta se toma de la tabla 2.17 y 2.18 según el tipo de vehículo. En vías de múltiples carriles, se debe ajustar el valor sumando 0,5 s por carril adicional en automóviles y 0,7 s por carril en camiones.

El valor de a, que representa la distancia visual a lo largo del camino secundario, depende del contexto en el que se diseña la intersección. En zonas urbanas, los conductores suelen detenerse inmediatamente detrás de la línea de PARE, la cual se ubica cerca del borde del camino principal, por lo que a suele ser 2,4 m. En zonas rurales, los vehículos se detienen generalmente en el borde de la banquina, lo que da un valor de a de 5,4 m si la banquina tiene 3 m de ancho.

Los aspectos relacionados con la iluminación y la señalización serán abordados en análisis globales del tramo en estudio dentro de los apartados correspondientes de este informe. Estas

evaluaciones permitirán determinar el grado de cumplimiento de la normativa vigente y su impacto en la seguridad vial, considerando tanto las condiciones de visibilidad nocturna como la efectividad de la señalización para orientar y advertir a los conductores de manera adecuada.

ANÁLISIS EN TRAMO: COLONIA BENÍTEZ

La intersección ubicada en el acceso a la localidad de Colonia Benítez es un punto de alto flujo vehicular donde confluyen el tránsito de largo recorrido de la Ruta Nacional 11 con un volumen significativo de vehículos urbanos. Se trata de una intersección a nivel con configuración en T, que carece de semaforización y de infraestructura específica para canalizar los movimientos de ingreso y egreso.



Fotografía 2.58. Intersección RN11-Colonia Benítez. (Fuente: Google Earth)

La Ruta Nacional 11, en este tramo, presenta un Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) de 8.103 vehículos, con una velocidad de diseño de 60 km/h, (por señalización). Si bien no se cuenta con registros exactos del flujo vehicular en el acceso a la localidad, se estima que representa una fracción del tránsito de la ruta principal. Considerando el apartado de análisis de tránsito, el flujo del camino secundario sería de 1.924 vehículos/día.

La intersección no presenta conflictos asociados a la geometría del trazado, ya que no se encuentra ubicada en zonas de curvas horizontales o verticales que puedan afectar la visibilidad o la seguridad vial. Además, su configuración en T, con un ángulo de 90°, permite una disposición clara de los movimientos de ingreso y egreso.

Siguiendo los parámetros establecidos en la normativa y tomando como referencia la Figura 2.16, se puede determinar que la intersección se ajusta correctamente a la esperada para estos caudales, incluso en valores superiores del flujo secundario.

Por otro lado, aplicando el segundo criterio basado en el TMDA del camino principal, la normativa establece que su configuración se asemeja a una intersección tipo IV a, lo que indica que geométricamente cumple con los parámetros esperados según este criterio.

Respecto a los espaciamientos se han considerado únicamente dos intersecciones principales para su análisis detallado. Con lo cual se observa que la siguiente intersección relevante (acceso a Margarita Belén) se encuentra a más de 6 km de distancia.



Fotografía 2.59. Tramo accesos a Colonia Benítez y Margarita Belén. (Fuente: Google Earth).

Por otra parte, la presencia de accesos no controlados en la intersección afecta la eficiencia y seguridad del tramo, incrementando la probabilidad de maniobras inesperadas y conflictos viales. Este aspecto será analizado en detalle en otro apartado dentro del mismo tema, donde se evaluará su impacto y el grado de cumplimiento de las disposiciones normativas vigentes.

Para evaluar el comportamiento de los giros desde la vía principal hacia la secundaria, se considera el flujo de tránsito en hora pico obtenido en el análisis de estudio de tránsito, el cual es de 596 vehículos por hora. Con base en la distribución observada (42 % ascendente y 58 % descendente) y la proporción estimada de tránsito en el camino secundario, se procede a analizar esta maniobra en función de su impacto en la seguridad y fluidez de la intersección.

$$IPH_{TOTAL} = 596 \text{ veh/h} * 0.42 = 250 \text{ veh/h}$$

$$IPH_{GIRO DERECHA} = 1.924 \text{ veh/h} / 13,6 = 141 \text{ veh/h}$$

Con base en el gráfico de referencia, se observa que la vía requiere un ramal de canalización para el giro a la derecha. La intersección en Colonia Benítez cuenta con isletas pintadas sin elementos físicos sobresalientes, lo que indica que no cumple con las disposiciones normativas. A su vez, dichas isletas presentan deficiencias en su mantenimiento, lo que podría afectar su visibilidad y funcionalidad.

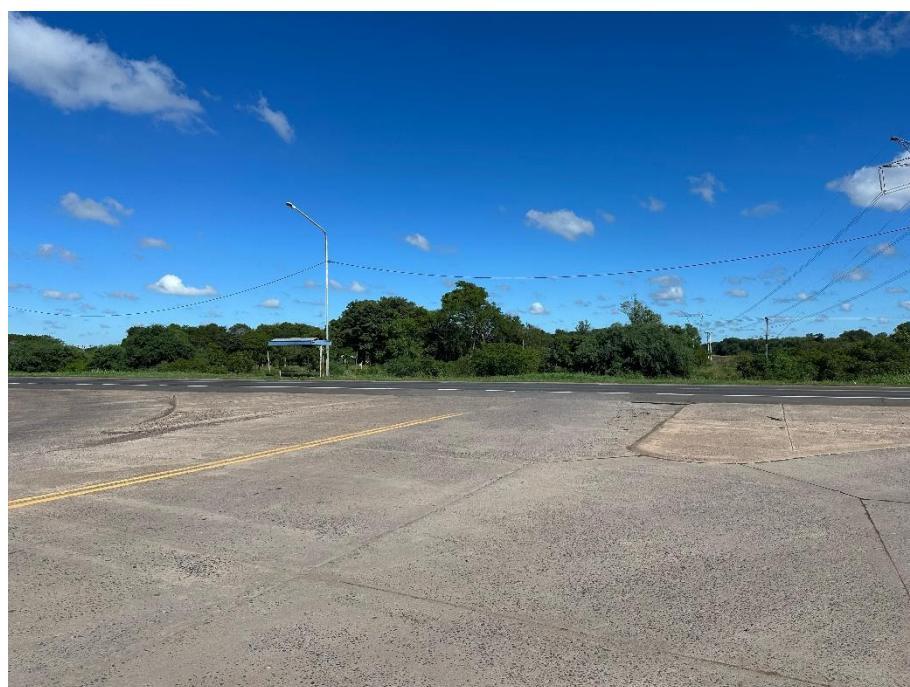
Para el giro a la izquierda, se procede a evaluar la viabilidad de estas soluciones en función del flujo vehicular y las condiciones geométricas de la intersección:

$$VA = 596 \text{ veh/h} * 0.58 = 346 \text{ veh/h}$$

$$VO = 250 \text{ veh/h}$$

Y considerando el 15% de giro.

El análisis confirma la necesidad de un carril exclusivo para el giro a la izquierda. La intersección no cuenta con dicha infraestructura, si con carriles de espera laterales, pero presentan deficiencias en su mantenimiento, lo que puede comprometer su visibilidad y funcionalidad, afectando la seguridad y eficiencia del flujo vehicular.



Fotografía 2.60. Isletas en intersección RN11-Colonia Benítez. (Fuente: elaboración propia).

En el caso de la visibilidad, esta corresponde a una intersección con control de "PARE" en el camino secundario (Caso B).



Fotografía 2.61. Intersección RN11-Colonia Benítez, vista desde acceso hacia ruta. (Fuente: elaboración propia).

Para el primer análisis (Caso B1), el cartel se encuentra a una distancia aproximada de 50 metros, lo que resulta excesivo, sin contar el hecho de que se encuentra deteriorado y difuso debido al desgaste y la presencia de un árbol cercano.

Para el cálculo de “b”, se recurre a las expresiones de la norma vigente, se considerará al vehículo de diseño como los buses urbanos (CITY-BUS), dado que tienen una recurrencia significativa en el área, como se explicó previamente. El ancho de la intersección fue medido de forma aproximada utilizando Google Earth, mientras que la velocidad del camino secundario se adoptó con base en criterios propios, considerando las características del tramo y las condiciones del flujo vehicular. A continuación, se procederá a reemplazar los valores correspondientes en las fórmulas para continuar con el análisis:

$$tc = 9,5\text{seg} + \frac{15m + 12m}{0,167 * 60\text{km/h}} = 12,2\text{seg}$$

$$b = 0,278 * 60\text{km/h} * 12,2\text{seg} \cong 203m$$

Según la normativa, en el Caso B2 solo se requiere considerar la visual hacia la izquierda. Por otro lado, para el Caso B3, los criterios son los mismos que para el primer caso (Caso B1), y ambos son compatibles con los cálculos realizados previamente. Por lo tanto, se puede proceder a analizar si los triángulos visuales establecidos son adecuados y cumplen con las distancias necesarias para garantizar la seguridad y eficiencia en el flujo vehicular.



Fotografía 2.62. Intersección RN11-Colonia Benítez, triángulo visual a derecha. (Fuente: Google Earth).



Fotografía 2.63. Intersección RN11-Colonia Benítez, triángulo visual a izquierdo. (Fuente: Google Earth).

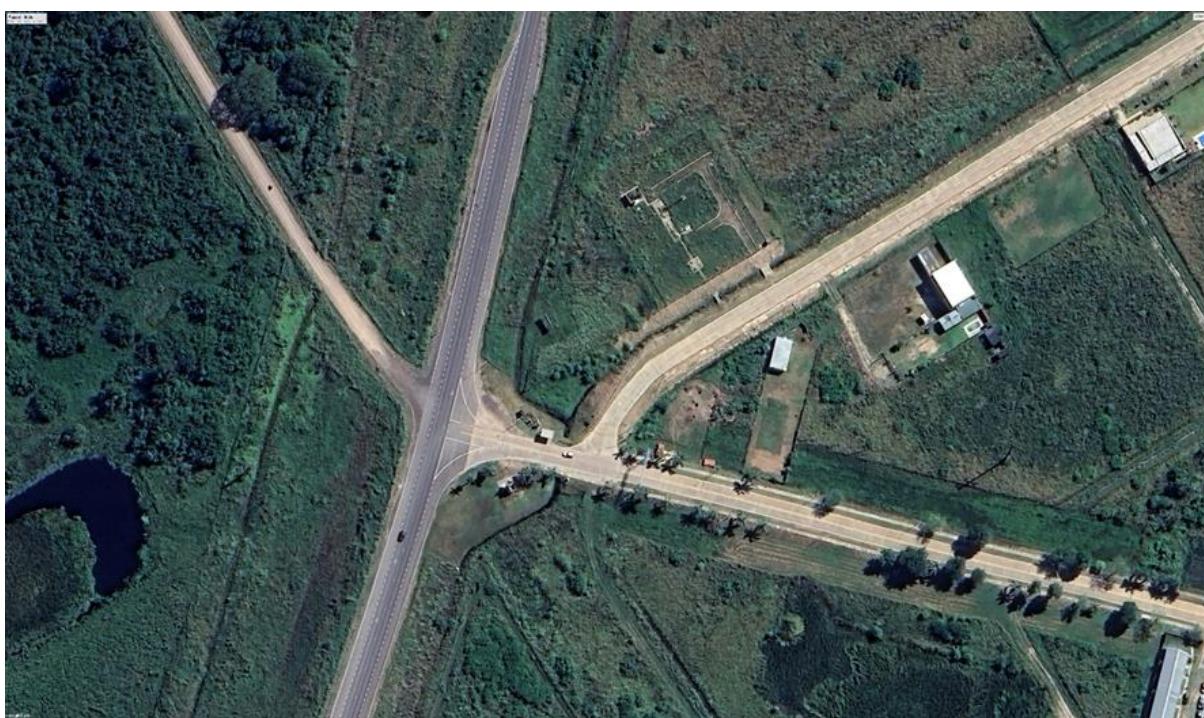
Se observa en el triángulo visual aproximado derecho que no presenta obstrucciones, lo cual fue verificado durante la inspección de campo. En cambio, el triángulo visual izquierdo presenta vegetación, específicamente árboles, que se interponen en la línea de visión, lo que podría afectar la visibilidad y seguridad de la intersección.

CONCLUSIONES

La intersección en el acceso a Colonia Benítez no cumple completamente con la normativa vigente. Aunque su geometría en T es adecuada y el espaciamiento entre intersecciones es aceptable, presenta deficiencias en canalización de giros, señalización y visibilidad. La falta de elementos físicos en las isletas y su deterioro afectan la seguridad, al igual que la ubicación inadecuada y el desgaste del cartel de "PARE". Además, la presencia de vegetación en el triángulo visual izquierdo limita la visibilidad, lo que representa un riesgo en la circulación. En consecuencia, esta intersección es nominalmente insegura.

ANÁLISIS EN TRAMO: MARGARITA BELÉN

La intersección de la Ruta Nacional 11 con el ingreso a la localidad de Margarita Belén presenta problemáticas similares a las de la intersección con el acceso a Colonia Benítez, dado que el camino principal sigue siendo la RN11, con un TMDA mayor a 8.103 vehículos y una velocidad de diseño de 110 km/h. A su vez, esta intersección cuenta con un camino secundario no pavimentado ubicado a aproximadamente 60° respecto al eje de la ruta principal.



Fotografía 2.64. Intersección RN11- Margarita Belén. (Fuente: Google Earth).

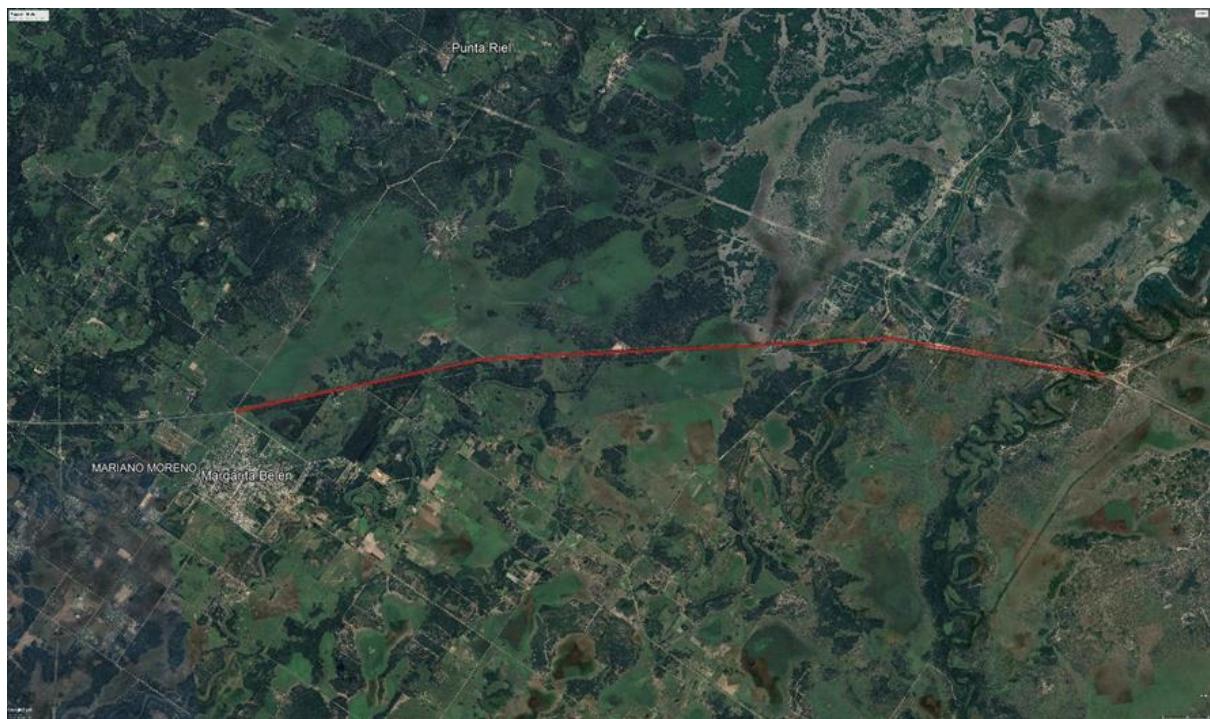
En este caso, se considera el TMDA del apartado de tránsito para el camino secundario, es decir, el ingreso, lo que representa un volumen de 1.282 vehículos por día.

Analizando el trazado, se observa que el camino rural secundario no pavimentado presenta un TMDA menor a 200 vehículos por día. En este contexto, el análisis se centrará exclusivamente en el ingreso a la localidad, considerando este camino como un acceso, y dejando su análisis global para un apartado distinto de este informe. En consecuencia, la intersección se clasifica como del

tipo T. Además, la intersección se encuentra ubicada en un tramo sin curvas horizontales ni verticales que puedan afectar la visibilidad o la seguridad vial.

De acuerdo con los parámetros previamente mencionados, y según lo indicado en la figura 2.16, los requisitos para el tipo de intersección se ajustan parcialmente, y presentan inconvenientes. Además, al considerar el parámetro de la figura 2.17, el criterio se mantiene consistente con el análisis anterior, adaptándose a una intersección de tipo IV a.

Dado que los espaciamientos requeridos son al menos de 3 km, podemos observar en la fotografía 2.62 que, al igual que en el acceso a Colonia Benítez, existen varios accesos menores que presentan una gran problemática. Sin embargo, como se mencionó previamente, estos serán tratados en un apartado posterior de este informe.



Fotografía 2.65. Tramo accesos a Margarita Belén y empalme RN11-RP90. (Fuente: Google Earth).

Por otro lado, se sabe que la distancia desde el acceso a Colonia Benítez es de aproximadamente 6 km, como se observa en la fotografía 2.56 mientras que la siguiente gran intersección, el empalme de la Ruta Nacional 11 con la Ruta Provincial 90, se encuentra a más de 19 km.

Al igual que en el acceso anterior, se analizarán en detalle ambos tipos de giros, utilizando las mismas metodologías. Al ser el mismo camino para el carril principal, los valores son los mismos. Con un flujo de tránsito en hora pico de 596 vehículos por hora y los mismos porcentajes (42% ascendente y 58% descendente), aunque en este caso el TMAD para el camino secundario es de 1282 vehículos por día. Por lo tanto, se procederá a analizar el giro a la derecha, desde la vía principal hacia la secundaria:

$$IPH_{TOTAL} = 596 \text{ veh/h} * 0.42 = 250 \text{ veh/h}$$

$$IPH_{GIRO DERECHA} = 1.282 \text{ veh/h} / 13,6 = 94 \text{ veh/h}$$

Considerando la figura 2.17, podemos observar que es necesaria la instalación de canalizadores. De todas formas, el acceso cuenta con isletas pintadas sin sobresalientes, lo que indica que se encuentran en buenas condiciones, incluso en cuanto a mantenimiento.



Fotografía 2.66. Isletas pintadas en accesos a Margarita. (Fuente: Google Earth).

Por otra parte, para el giro a la izquierda se recurre a la misma metodología utilizada en el acceso analizado anteriormente. Los valores de VA y VO son los mismos, ya que se trata del mismo camino principal:

$$VA = 596 \text{ veh/h} * 0.58 = 346 \text{ veh/h}$$

$$VO = 250 \text{ veh/h}$$

Analizando entonces la Figura 2.21, con un valor del 10% de giro a la izquierda, se puede notar la necesidad de un carril exclusivo para el giro. El acceso cuenta con dicho carril, aunque en este caso, la presencia del camino rural secundario mencionado al inicio podría implicar problemáticas, además del bajo mantenimiento del carril en sí.



Fotografía 2.67. Dársenas de giro acceso a Margarita. (Fuente: Google Earth).

Recordando la importancia de la visibilidad y considerando que sus criterios serán los mismos que para la intersección anterior, en este caso se trata de una intersección sin control (Caso A). A diferencia del caso previo, como se aprecia en la siguiente fotografía, no existe señalización en el camino secundario.



Fotografía 2.68. Intersección RN11-Margarita Belén, vista desde acceso hacia ruta. (Fuente: Google Earth).

Bajo estas condiciones, las normas establecen, a partir de observaciones en campo, una suposición sobre la desaceleración de los vehículos en las cercanías de la intersección. A su vez,

dichas normas proporcionan una tabla con las dimensiones que deben cumplir los lados del triángulo visual en función de las velocidades.

En esta situación, se deberán analizar un total de cuatro triángulos visuales: uno en sentido ascendente hacia la derecha y otro en sentido descendente hacia la izquierda, ambos sobre el camino principal. Adicionalmente, se evaluarán los triángulos visuales en ambos lados del camino secundario.

Considerando la velocidad de diseño del camino principal de 60 km/h (por señalización), las distancias visuales requeridas deberán ser de 50 metros.



Fotografía 2.69. Intersección RN11-Margarita Belén, triángulo visual camino principal a derecha.
(Fuente: Google Earth).



Fotografía 2.70. Intersección RN11-Margarita Belén, triángulo visual camino principal a izquierda.
(Fuente: Google Earth).

Se puede apreciar en ambas fotografías que los triángulos visuales presentan numerosas obstrucciones. Por otra parte, al ser menor la velocidad en el camino secundario, de 60 km/h, sus distancias visuales requeridas serán de 50 metros, quedando sus triángulos visuales contenidos dentro de los anteriores. Sin embargo, del mismo modo, presentan múltiples obstrucciones visuales.

CONCLUSIONES

La intersección en el acceso a Margarita Belén tampoco cumple plenamente con la normativa. Si bien dispone de un carril exclusivo para el giro a la izquierda, su mantenimiento es deficiente. La falta de señalización en el camino secundario y la presencia de múltiples obstrucciones en los triángulos visuales afectan la seguridad de la intersección. Aunque las isletas pintadas están en buenas condiciones, la visibilidad reducida y el estado del carril de giro generan riesgos para el tránsito. Por lo tanto, esta intersección es nominalmente insegura.

2.1.5.2 Accesos

Los accesos directos en las vías representan una de las principales causas de accidentes. Durante las maniobras de ingreso y egreso, se altera la velocidad de operación y se interrumpe la fluidez del tránsito, generando puntos de conflicto que incrementan la probabilidad de colisiones. La proliferación de accesos no planificados suele desarrollarse de manera progresiva, lo que dificulta su detección temprana hasta alcanzar niveles críticos.

Los puntos de conflicto varían según la configuración de la infraestructura vial. En intersecciones de caminos de dos carriles con accesos simples, pueden generarse hasta 9 (nueve) puntos de conflicto, mientras que, en configuraciones más complejas, como carreteras de cuatro carriles con accesos opuestos, esta cifra puede ascender a 52 (cincuenta y dos). Por ello, una adecuada gestión de accesos es fundamental para mejorar la seguridad y la eficiencia del tránsito.

2.1.5.3 Accesos a caminos rurales

Dentro de la problemática general de accesos, aquellos que conectan caminos rurales y predios con rutas pavimentadas presentan particularidades que requieren un análisis detallado. La alta densidad de accesos en estas zonas, sumada a la diferencia de velocidades entre los vehículos que circulan por la vía principal y aquellos que ingresan o egresan de caminos rurales, incrementa significativamente el riesgo de siniestros viales.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

Siguiendo los lineamientos del Manual de Prácticas Inadecuadas de Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), es fundamental evaluar aspectos clave como la frecuencia y separación entre accesos, su disposición en función del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) y la velocidad de la vía, la señalización adecuada y la necesidad de pavimentación en las zonas de entronque.

Para minimizar el riesgo de colisiones, se recomienda mantener una separación mínima de 125 metros entre accesos rurales, distancia que debe incrementarse conforme aumentan el TMDA y la velocidad de operación.

En cuanto a la señalización:

- Accesos con giro a la izquierda: Deben contar con señalización de "Pare".
- Accesos con giro únicamente a la derecha: Se debe colocar un cartel de "Pare" si no existe cuña de cambio de velocidad, y "Ceda el Paso" en caso contrario.

Asimismo, para evitar la acumulación de tierra sobre la calzada principal, los accesos deben estar pavimentados en al menos los primeros 25 metros desde el borde de la ruta.

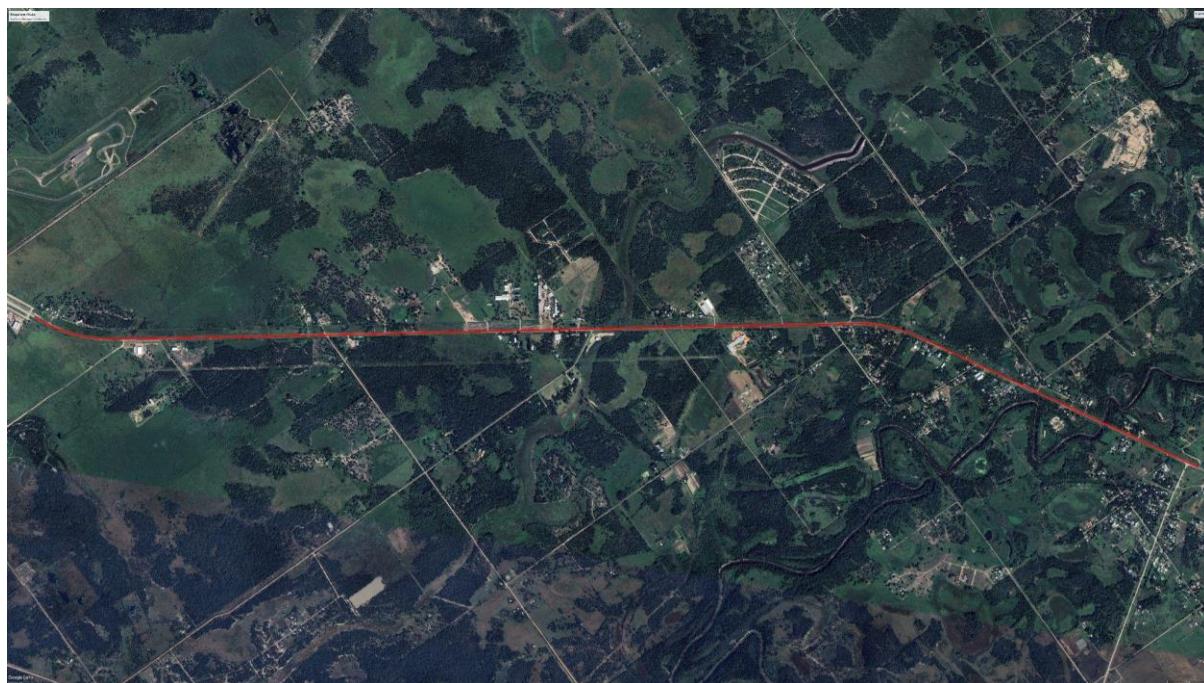
La configuración de los accesos debe adaptarse en función del TMDA y la velocidad de la vía principal, según los siguientes criterios:

- $TMDA < 1.000$ vehículos | $Velocidad \leq 60$ km/h: No se requieren carriles de cambio de velocidad ni modificaciones especiales para giros a la izquierda.

- TMDA entre 1.000 y 2.500 vehículos | Velocidad > 60 km/h: Se recomienda la implementación de una cuña de deceleración de 60 metros para mejorar la seguridad en los giros. Para giros a la izquierda, se sugiere un ramal semidirecto.
- TMDA entre 2.500 y 5.000 vehículos | Velocidad ≥ 80 km/h: Se debe disponer una cuña de deceleración de 60 metros y un carril central de espera para giros a la izquierda. Además, se recomienda limitar los accesos directos y agruparlos en vías de servicio.
- TMDA > 5.000 vehículos | Vías con más de un carril por sentido: No deben permitirse giros a la izquierda a nivel. Se deben implementar barreras físicas (isletas, bordillos) para restringir los cruces y la instalación de carriles de cambio de velocidad para mejorar la seguridad en los accesos.

ANÁLISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

En el tramo analizado se registra una alta densidad de accesos. En el primer trayecto, comprendido entre el fin de la autovía y el ingreso a la localidad de Colonia Benítez, se identifican aproximadamente 50 accesos en una extensión de 8,5 km, lo que implica una separación promedio de 170 metros entre ellos.



Fotografía 2.71. primer tramo del camino analizado en RN11. Fin de autovía a ingreso a Colonia Benítez.
(Fuente: Google Earth)

Sin embargo, esta estimación presenta limitaciones, ya que, como se observa en la fotografía siguiente existen accesos con longitudes menores a las recomendadas en los manuales. Además, en muchos de estos puntos, el flujo vehicular está compuesto mayoritariamente por tráfico pesado, lo que incrementa los riesgos asociados a maniobras de ingreso y egreso.



Fotografía 2.72. múltiples accesos cercanos entre sí en RN11. (Fuente: Google Earth)

Dado que la mayoría de los accesos corresponden a ingresos a propiedades privadas e industrias, el cumplimiento de la señalización es deficiente o inexistente, incluso en situaciones críticas como las representadas en la imagen.

En cuanto a la pavimentación de los accesos, la situación es igualmente deficitaria. La gran mayoría no cuenta con superficie pavimentada en los primeros 25 metros, lo que favorece la acumulación de tierra y otros sedimentos sobre la calzada principal, generando condiciones de baja adherencia y riesgo de deslizamiento.

Por otra parte, el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) de la Ruta Nacional 11 en este tramo es de 8.103 vehículos/día, lo que implica que los accesos deberían cumplir con configuraciones más estrictas, de acuerdo con los lineamientos técnicos. Sin embargo, las condiciones actuales no se adecúan a los requerimientos normativos.

CONCLUSIONES

En resumen, el tramo presenta un exceso de accesos sin control y que no cumplen con los aspectos normativos necesarios, lo que implica una evidente inseguridad nominal en la zona.

5.1.5.4 Accesos a estaciones de servicio

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

Para garantizar el ordenamiento del tránsito y el adecuado mantenimiento del carril principal, es fundamental que los accesos a las estaciones de servicio estén pavimentados al menos en los primeros 25 metros, al igual que en los accesos a caminos rurales.

En cuanto a las distancias mínimas recomendadas entre accesos y egresos en autopistas, se deben respetar los siguientes parámetros:

Tabla 2.20. Distancias mínimas recomendadas. (Fuente: Manual de Diseño Vial Seguro. DNV).

Autopistas	Distancia mínima recomendada Entre entradas (E) y/o salidas (S) (m)
E/S	1.200
S/S	1.000
E/E	1.000
S/E	250

- E/S: distancia entre las secciones características del final de un carril de aceleración y del principio del carril de deceleración consecutivo.
- S/S: distancia entre las secciones características del final de un carril de deceleración y del principio del carril de deceleración consecutivo.
- E/E: distancia entre las secciones características del final de un carril de aceleración y el principio del carril de aceleración consecutivo.
- S/E: distancia entre las secciones características del final de un carril de deceleración y del principio de un carril de aceleración consecutivo.

Para configuraciones con un Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) superior a 5.000 vehículos y velocidades mayores a 80 km/h, se establecen las siguientes condiciones para los accesos:

- Las entradas y salidas deberían realizarse a través de vías de servicio cuando estas existan, o bien mediante carriles de cambio de velocidad conectados directamente al tronco de la vía.
- No se deberían permitir movimientos de entrada o salida que requieran giros a la izquierda.
- Si no existen estaciones de servicio en el carril contrario dentro de un tramo de 40 km, y es imprescindible habilitar giros a la izquierda, se deberán disponer carriles centrales de espera para el almacenamiento seguro de los vehículos que realicen la maniobra (intersección en "T"), o adoptar otra solución técnica adecuada.

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Dentro del tramo en análisis, se cuenta con una única estación de servicio cuyo acceso presenta deficiencias significativas. La ausencia de carriles de aceleración y desaceleración, junto con la falta de pavimentación en el ingreso, compromete la seguridad y fluidez del tránsito.



Fotografía 2.73. Ingreso a estación de servicio “YPF”. (Fuente: Elaboración propia).

Además, las distancias mínimas recomendadas para accesos y salidas no se cumplen debido a la inexistencia de infraestructura adecuada.



Fotografía 2.74. Estación de servicio “YPF”. (Fuente: Google Earth).

Otro aspecto crítico es el alto volumen de tránsito pesado que utiliza esta estación. La falta de una playa de estacionamiento adecuada para camiones genera que estos se estacionen en las banquinas circundantes, lo que representa un riesgo significativo para la circulación en el tramo principal.



Fotografía 2.75. Camiones mal estacionados en cercanías de “YPF”. (Fuente: Elaboración propia).

CONCLUSIONES

En consecuencia, la estación de servicio no cumple con los requisitos mínimos normativos, lo que la convierte en un punto de riesgo para la seguridad nominal, agravando las problemáticas previamente identificadas en el tramo.

2.1.6 DISTANCIAS VISUALES

Uno de los aspectos fundamentales en la seguridad vial es garantizar que los conductores cuenten con una visibilidad adecuada para realizar maniobras de manera segura. En este contexto, las distancias visuales juegan un papel clave en el diseño geométrico de las carreteras, asegurando que los usuarios puedan reaccionar ante imprevistos y ejecutar maniobras críticas como la detención, el adelantamiento o la toma de decisiones en situaciones complejas.

Las normas establecen distintos tipos de distancias visuales mínimas, cada una con una función específica:

- **Distancia Visual de Detención (DVD):** Relacionada con la capacidad de un conductor para detener su vehículo ante un obstáculo imprevisto.
- **Distancia Visual de Adelantamiento (DVA):** Longitud de visibilidad mínima para que un conductor pueda adelantar de manera segura a otro vehículo sin interferir con el tránsito en sentido contrario.
- **Distancia Visual de Decisión (DVDE):** Longitud de visibilidad necesaria para que un conductor pueda percibir, evaluar y responder a situaciones de tráfico complejas.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

Distancia Visual de Adelantamiento (DVA)

La DVD es la distancia mínima que un conductor necesita para percibir un obstáculo en la calzada y detener su vehículo de manera segura. Se compone de dos elementos fundamentales:

- **Distancia de Percepción y Reacción (DPR):** Depende del tiempo de reacción del conductor y la velocidad del vehículo.
- **Distancia de Frenado (DF):** Afectada por la velocidad, el coeficiente de fricción neumático-calzada y la pendiente del camino.

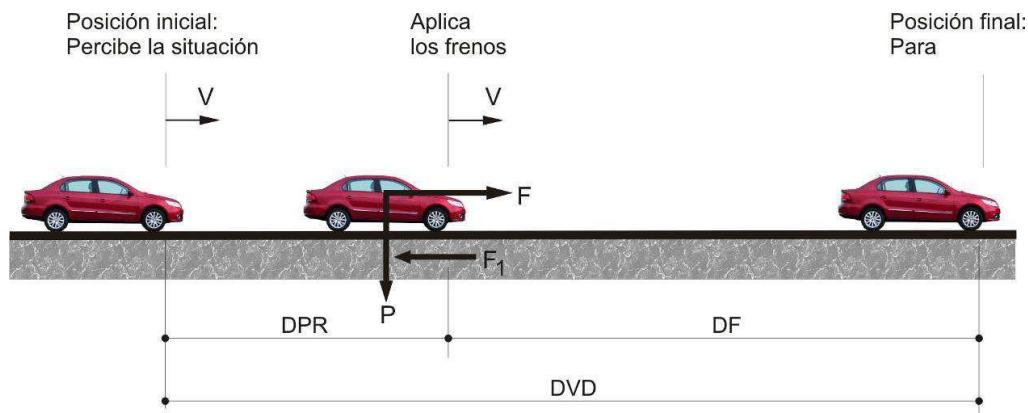


Figura 2.23. Distancia visual de detención (DVD). (Fuente: C3, Normas, DNV).

Las normas proveen tablas que permiten determinar la DVD en función de la velocidad directriz y las condiciones de fricción. También se consideran ajustes para tramos en pendiente, donde la distancia requerida varía si el camino tiene inclinación positiva o negativa.

Tabla 2.21. Distancias visuales mínima de detención (DVD), en función de V y de la pendiente. (Fuente: C3, Normas, DNV).

V km/h	Calzada de dos o un sentido												Calzada de un sentido									
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
30	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	30	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
40	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	45	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
50	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	63	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
60	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	85	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
70	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	110	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
80	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	138	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
90	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	170	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
100	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	206	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
110	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	246	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
120	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	290	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
130	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	339	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
140	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	391	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8

Distancia Visual de Adelantamiento (DVA)

La DVA es la distancia mínima que permite a un conductor adelantar a otro vehículo sin riesgo de colisión con un tercero que venga en sentido contrario. Depende de:

- Velocidad del vehículo adelantado y del que adelanta.

- Tiempo de percepción y reacción del conductor.
- Distancia recorrida por ambos vehículos durante la maniobra.

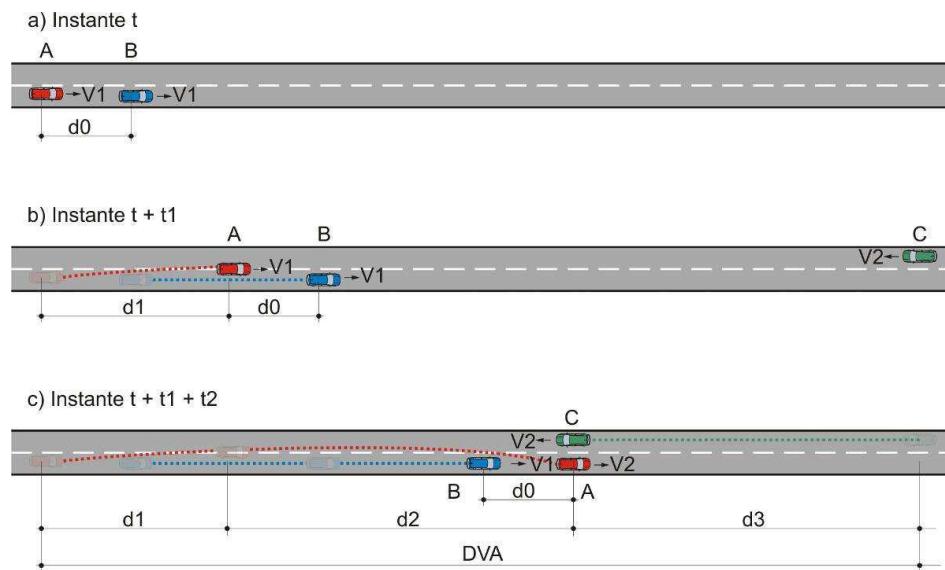


Figura 2.24. Esquema del modelo para el cálculo de la DVA. (Fuente: C3, Normas, DNV).

Las normas establecen valores recomendados de DVA según la velocidad de circulación y el tipo de vía. En caminos de doble sentido, se busca garantizar que el adelantamiento pueda completarse sin comprometer la seguridad del tránsito en sentido contrario.

Tabla 2.22. DVA en función de la V. (Fuente: C3, Normas, DNV).

V km/h	Velocidad del vehículo adelantado (B) VMM km/h	Velocidad del vehículo que se adelanta (A) VMM + 15 km/h	DVA m
25	24	39	160
30	29	44	190
40	37	52	260
50	46	61	330
60	53	68	400
70	60	75	470
80	67	82	540
90	73	88	610
100	79	94	680
110	84	99	740
120	88	103	800

Distancia Visual de Decisión (DVDE)

La DVDE es mayor que la DVD y se requiere en situaciones donde los conductores deben tomar decisiones rápidas o complejas. Su valor depende de la velocidad del vehículo y la complejidad de la maniobra.

Las normas establecen valores de DVDE para diferentes condiciones del camino, considerando factores como intersecciones, cambios de carril y zonas de alta demanda visual.

Tabla 2.23. Distancia visual de decisión (DVDE) en función de V. (Fuente: C3, Normas, DNV).

V km/h	DVDE m
25	60
30	80
40	110
50	150
60	180
70	200
80	230
90	280
100	320
110	340
120	380
130	410
140	450

Ejemplos de situaciones donde se requiere una DVDE:

- **Intersecciones y distribuidores**, donde el conductor evalúa giros y tránsito cruzado.
- **Peajes y cambios de carril**, para seleccionar la fila correcta y reducir la velocidad.
- **Entradas y salidas de autopistas**, donde se ajusta la velocidad y trayectoria.
- **Cruces ferroviarios**, para evaluar la presencia de trenes.
- **Zonas con señalización compleja**, donde hay múltiples fuentes de información simultáneas.

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

En el tramo analizado, la velocidad de circulación establecida es de 110 km/h, lo que, según las normativas vigentes, requiere las siguientes distancias visuales mínimas:

- **Distancia Visual de Detención (DVD)**: 246 metros
- **Distancia Visual de Adelantamiento (DVA)**: 740 metros
- **Distancia Visual de Decisión (DVDE)**: 340 metros

A continuación, se evalúa el cumplimiento de estos parámetros a lo largo del tramo en estudio.

En el caso de las curvas, la evaluación de las distancias visuales se realizará en el apartado correspondiente al análisis detallado de las mismas, considerando factores como el radio de curvatura, la superelevación y la presencia de obstáculos que puedan limitar la visibilidad.

Distancia Visual de Detención (DVD) y Distancia Visual de Adelantamiento (DVA)

En general, el tramo no presenta problemas significativos en cuanto a la DVD y la DVA, ya que se cuenta con amplias longitudes de visibilidad, favorecidas por la topografía llana y la baja presencia de curvas cerradas.

Sin embargo, se detecta una zona crítica entre el acceso a Colonia Benítez y la estación de servicio YPF, donde la visibilidad se encuentra comprometida a lo largo de 900 metros debido a diversas obstrucciones visuales. En este sector, la DVD podría no ser suficiente para que los conductores reaccionen a imprevistos con seguridad, y la DVA también se ve afectada, limitando la posibilidad de adelantamientos seguros.

Distancia Visual de Decisión (DVDE)

Se identifican cuatro puntos clave donde la DVDE juega un papel fundamental para la seguridad vial:

- **Acceso a Colonia Benítez**
- **Acceso a Margarita Belén**
- **Estación de servicio YPF**
- **Rotonda de intersección entre la RN11 y la RP90**

En estos sectores, se evaluará si la visibilidad es adecuada para que los conductores puedan percibir y responder a situaciones de tráfico complejas de manera segura.

Además, se han identificado las siguientes condiciones de señalización en estos puntos clave:

- En el acceso a Colonia Benítez existen carteles de aviso de intersección solo en sentido ascendente a 230 metros de la presencia de la misma.
- En el acceso a Margarita Belén se cuenta con carteles de aviso de intersección 500 metros antes y a 300 metros se reitera el aviso con otra tipología de señalización.
- En el caso de la estación de servicio YPF, solo se tiene un cartel de aviso en sentido descendente a 270 metros.
- En la rotonda de intersección entre la RN11 y la RP90, los avisos comienzan a los 600 metros.

CONCLUSIONES

Como se menciona, la DVD y la DVA no presentan inconvenientes debido a la naturaleza del trazado del tramo en sí. Por su parte, la DVDE se encuentra en una situación parcial, ya que, si bien el acceso a Margarita Belén y la rotonda cumplen con los requerimientos, el acceso a Colonia Benítez, que es un punto de gran interés, no satisface los requisitos mínimos. A esto se suma la situación de la estación de servicio YPF, que hace un uso insuficiente de la norma al considerar únicamente el tránsito descendente, a pesar de que el comportamiento real del tráfico requiere una señalización más amplia. En consecuencia, el tramo no puede considerarse seguro desde el punto de vista nominal.

2.1.7 SEÑALIZACIÓN

El señalamiento vial es un elemento fundamental en la regulación del tránsito, permitiendo una circulación segura y eficiente. Se divide en dos grandes categorías: el señalamiento vertical y el señalamiento horizontal. Ambos sistemas trabajan en conjunto para guiar, advertir y reglamentar el tránsito vehicular y peatonal en distintos tipos de vías.

A continuación, se desarrollan los aspectos fundamentales de ambos señalamientos según lo estipulado en los Manuales de Señalamiento de la Dirección Nacional de Vialidad. Se detallan los conceptos, clasificaciones y métodos de aplicación de las marcas viales en rutas convencionales, con énfasis en su importancia para la seguridad y organización del tránsito.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

2.1.7.1 Señalamiento Vertical

El señalamiento vertical está compuesto por señales instaladas sobre postes o estructuras elevadas. Estas señales brindan información visual rápida a los conductores, indicando restricciones, advertencias o datos de interés sobre la vía. Es una herramienta esencial para guiar y regular el tránsito vehicular y peatonal. Los objetivos del mismo son:

- Brindar información clara, precisa e inequívoca a los usuarios de la vía.
- Transmitir órdenes, advertencias, indicaciones u orientaciones mediante códigos comunes en todo el país.
- Asegurar que las señales sean coherentes con los sistemas de señalización utilizados en la región.

El análisis de la señalización vertical se llevará a cabo siguiendo las pautas y recomendaciones del Manual de Señalamiento Vertical (MSV), el cual proporciona un marco de homogeneidad y uniformidad en el sistema de señalización de la Red Nacional de Caminos y sirve como una herramienta práctica para el diseño y la implantación de señales, basándose en los siguientes criterios técnicos y normativos.

Principios Generales

- **Consistencia:** El señalamiento debe ser uniforme, continuo y armonioso. Su propósito es anticipar a los usuarios las características físicas de la vía, el entorno y las regulaciones. Además, debe identificar elementos de la sección transversal del camino, como obstáculos laterales, y proporcionar información útil, como números de ruta, destinos, distancias y servicios. Un sistema consistente reduce la confusión y los errores de los conductores, lo que contribuye a la seguridad vial.
- **Complementariedad:** El señalamiento vertical debe operar de manera complementaria con el señalamiento horizontal (marcas en el pavimento) y otros sistemas de señalización, como semáforos o señales sonoras. El mismo no debe generar contradicciones entre los diferentes tipos de señalización.

- **Visibilidad:** Las señales deben ser visibles en cualquier momento del día y bajo cualquier condición climática. Por ello, se utilizan materiales reflectivos que garantizan su visibilidad nocturna.
- **Legibilidad:** El diseño de las señales debe permitir que los usuarios las interpreten rápidamente, incluso a altas velocidades.

Las señales verticales son dispositivos de tránsito instalados al costado del camino o elevados sobre la calzada, diseñados para guiar, regular y advertir a los usuarios de la vía. Estas señales actúan como un canal de comunicación entre el operador de la ruta (autoridades viales) y los conductores, peatones y otros usuarios del camino. Su principal función es aumentar los niveles de seguridad y eficacia en la circulación, proporcionando información clara y oportuna que permite a los usuarios tomar decisiones adecuadas mientras se desplazan. Además, las señales verticales no son un elemento accesorio, sino una parte integral del diseño de la vía, ya que contribuyen a la organización del tránsito y a la prevención de accidentes.

Clasificación:

- **Señales Reglamentarias:** transmiten órdenes específicas de cumplimiento obligatorio. Incluyen señales de prohibición, restricción, prioridad y fin de prescripción. El fondo es blanco con borde rojo y símbolos en negro o rojo. Su forma es generalmente circular (excepto "Ceda el Paso" y "Pare").
- **Señales Preventivas:** Advierten sobre circunstancias anormales o peligrosas en la vía. Incluyen señales de advertencia de peligro, características de la vía, riesgos eventuales y anticipo de dispositivos de control. Su forma es cuadrada con orientación en rombo y de color amarillo con símbolos negros.
- **Señales Informativas:** Brindan información útil para los usuarios, como destinos, distancias, servicios y orientación. Incluyen señales de nomenclatura vial, maniobras permitidas, información turística y educación vial. Su forma es rectangular generalmente y color puede ser verde (orientación y distancia) o azul (servicios) con letras blancas.

Materiales y ubicación:

- Materiales: Se utilizan materiales reflectantes o retrorreflectivos para garantizar la visibilidad nocturna.
- Ubicación: Se instalan en el margen derecho de la vía, con altura y distancia reglamentadas según la normativa.

Instalación y mantenimiento

- Visibilidad y legibilidad: Deben estar libres de obstáculos como árboles o postes.
- Mantenimiento periódico: Se inspecciona su estado y reflectividad, especialmente en zonas con condiciones climáticas adversas.
- Reemplazo de señales deterioradas: Si una señal pierde su visibilidad o está dañada, debe ser reemplazada de inmediato para evitar riesgos en la conducción.

POR SU FORMA		
CUADRADO	CÍRCULO	RECTÁNGULO
CON DIAGONAL EN VERTICAL 		
PREVIENE		
 PREVIENE O ADVIERTE POTENCIAL PELIGRO	 PREVIENE UN POTENCIAL PELIGRO EN ZONA DE OBRA	 PROHIBE, RESTRIGE U OBLIGA
REGLAMENTA		
 PERMITE	 INFORMA INSTITUCIONAL, HISTÓRICO Y DE SERVICIO	 INFORMA DESTINOS O ITINERARIOS
INFORMA		
		 INFORMA ANUNCIOS ESPECIALES
EDUCATIVOS		
POR SU COLOR		
 PREVIENE O ADVIERTE POTENCIAL PELIGRO	 PREVIENE UN POTENCIAL PELIGRO EN ZONA DE OBRA	 PROHIBE, RESTRIGE U OBLIGA
 PERMITE	 INFORMA INSTITUCIONAL, HISTÓRICO Y DE SERVICIO	 INFORMA DESTINOS O ITINERARIOS
		 INFORMA ANUNCIOS ESPECIALES
FORMAS Y COLORES SINGULARES		
OCTOGONO CON LEYENDA "PARE"  OBLIGA A PARAR Y A CEDER EL PASO	TRIANGULO EQUILÁTERO C/VÉRTICE HACIA ABAJO  OBLIGA A A CEDER EL PASO	TRIANGULO EQUILÁTERO C/VÉRTICE HACIA ARRIBA  ADVERTENCIA DE MÁXIMO PELIGRO
		RECTÁNGULO EN VERTICAL  PANELES DE PREVENCIÓN
		CRUZ DE SAN ANDRÉS  CRUCE FERROVIARIO

Figura 2.25. Código de señales verticales. (Fuente: Manual de Señalamiento Vertical, MSV).

Criterios de Emplazamiento

- Ubicación Lateral:

Se busca que un vehículo detenido en la banquina con la puerta abierta no golpee la señal, por ende, la distancia mínima desde el borde de la calzada será de 4,00 m para señales con un solo poste y de 3,50 m para señales con dos postes. Deben tener una inclinación de 8° a 15° respecto a la perpendicular de la calzada, para reducir los reflejos de luz y mejorar su visibilidad.

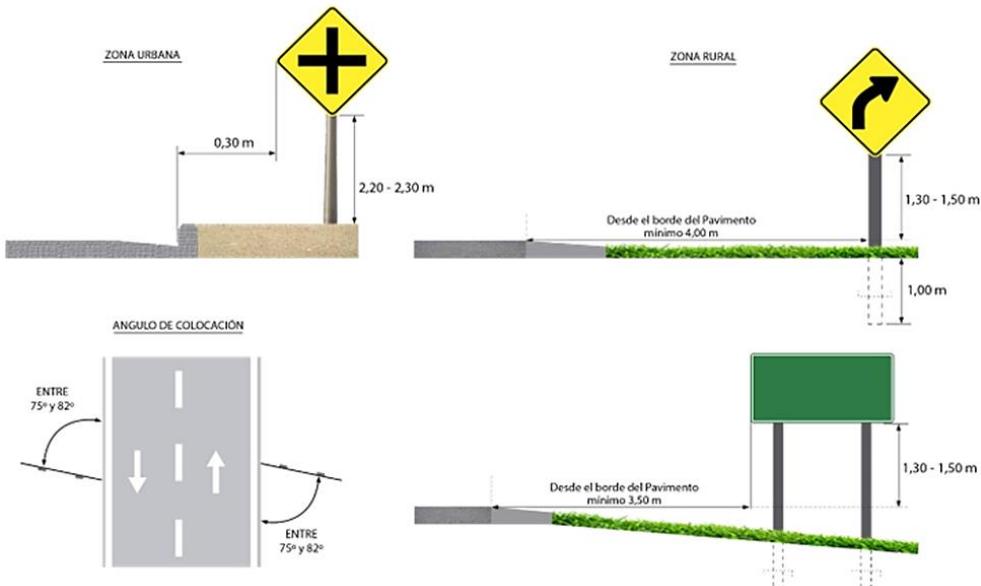


Figura 2.26. Ubicación de las señales verticales. (Fuente: MSV).

- Ubicación en Altura:

En zonas rurales, la altura del borde inferior de la señal debe estar entre 1,30 m y 1,50 m sobre la rasante de la carretera. El criterio subyacente y que gobierna la ubicación en altura de las señales laterales es tal que se encuentre mínimamente por encima del capot y por tanto que le permita ver la señal al conductor.

- Ubicación Longitudinal:

Tres aspectos en relación a la ubicación longitudinal son de interés remarcar.

- Separación mínima en escalamiento de velocidades: Cuando una ruta tiene cambios progresivos de velocidad, las señales deben colocarse a distancias mínimas para permitir una desaceleración segura.

Tabla 2.24. Escalonamiento de velocidades-Separación mínima. (Fuente: MSV)

DESDE (Km/h)	HASTA (Km/h)				
	Detención	40	60	80	100
40	30				
60		40			
80			60		
100				70	
110					50

- Separación mínima entre señales: Para evitar que varias señales se perciban juntas y confundan a los conductores, debe haber una separación mínima entre señales.

Con un PIEV (Tiempo de Percepción, Identificación, Evaluación y Volición: el tiempo que tarda un conductor en percibir un estímulo, identificarlo, evaluar la situación y decidir una acción antes de reaccionar severamente) de 2s, las separaciones son las siguientes.

Tabla 2.25. Separación mínima absoluta entre señales. (Fuente: MSV)

VELOCIDAD PREVALEIENTE (Km/h)	SEPARACIÓN MÍNIMA ABSOLUTA (m)
≤ 60	25
$> 60 \text{ y } \leq 110$	50
> 110	75

Para condiciones deseables se adopta un PIEV de 4s, con lo cual las distancias se vuelven deseables y son las siguientes:

Tabla 2.26. Separación mínima deseable entre señales. (Fuente: MSV)

VELOCIDAD PREVALECENTE (Km/h)	SEPARACIÓN MÍNIMA DESEABLE (m)
≤ 70	75
> 70 y ≤ 100	100
> 100 y ≤ 120	125
> 120	150

- Distancia de anticipación

Para garantizar una conducción segura, las señales preventivas e informativas deben ubicarse con la suficiente antelación, permitiendo que el conductor reaccione de manera adecuada.

Las señales preventivas se instalan antes del punto de peligro, respetando una distancia que varía según la velocidad directa del tramo en estudio. Según la siguiente tabla del manual, la distancia mínima recomendada para un PIEV de 2 segundos es de 150 metros.

Tabla 2.27. Distancia de anticipación mínima absoluta adoptada en función de la velocidad.

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

Las distancias de anticipación mínimas deseables para velocidades mayores o iguales a 80 km/h se obtiene incrementando en 50m los valores dados en la Tabla anterior. Para velocidades menores a 80 km/h se puede obtener las distancias de anticipación mínimas deseables incrementando en 25m los valores dados en la tabla.

Por otro lado, la ubicación de las señales informativas depende del tipo de información que brinda. Como los detallados a continuación:

- Servicios esenciales (estaciones de servicio, hospitales, etc.) se señalan aproximadamente 500 metros antes del acceso.
- Indicaciones de destino pueden repetirse en distintos puntos para reforzar la información (previa y confirmatoria). Para una velocidad de 110 km/h, la distancia de anticipación recomendada es de 250 metros.
- En el caso de puentes angostos o restringidos, las señales deben ubicarse con suficiente margen antes del punto de restricción, permitiendo a los conductores tomar decisiones con anticipación.

Restricción de velocidad

La restricción de velocidad mediante señalización es clave para garantizar la seguridad vial en caminos convencionales. Se establecen límites específicos en zonas donde es necesario reducir la velocidad de circulación, como curvas, intersecciones, puentes o zonas urbanas.

Restricción de velocidad en intersecciones (no semaforizadas):

- Por limitación de la distancia de visibilidad: En intersecciones con visibilidad limitada, los conductores deben poder frenar antes del cruce, ajustándose a los triángulos de visibilidad de la NDG80. Si hay obstáculos, se modifica la visibilidad y la velocidad según las distancias de detención de la NDG80.
- Por limitación de la geometría: En ramas de salida, para facilitar la desaceleración y maniobras seguras, se colocará una señal de velocidad máxima y un cartel de salida al inicio de la curva.
- Por criterios técnicos de la DNV:
 - Intersección de Rutas Nacionales.
 - Intersección de Ruta Nacional con Ruta Provincial.
 - Intersecciones con Caminos Pavimentados Importantes o Acceso a Localidad u otro tipo de Acceso. (Aplica)

En este último caso, las restricciones serán en función del TMDA de la vía principal y del acceso a las localidades, en este caso, Colonia Benítez y Margarita Belén cuyos valores se calcularon anteriormente y son los siguientes:

$$TMDA_{RN} = 8.103 \text{ vehículos/día}$$

$$TMDA_{CB} = 1.924 \text{ vehículos/día}$$

$$TMDA_{MB} = 1.282 \text{ vehículos/día}$$

Con estos datos se llega a la conclusión de que en el tramo en estudio de la Ruta Nacional N°11, la restricción será a 60 km/h, correspondiendo al caso I (Caso I: TMDA mayor a 1000 v/d) como indica el Manual de Señalamiento Vertical.

Asimismo, en cualquier intersección de una Ruta Nacional con un camino pavimentado o acceso a una localidad, debe instalarse una señal de prioridad para regular la circulación y evitar accidentes. La elección entre "Pare" o "Ceda el Paso" dependerá del diseño y las condiciones de la intersección.

Si la visibilidad es baja o el tráfico en la Ruta Nacional es muy alto, generalmente se coloca un "Pare", ahora si la intersección permite que los conductores vean bien el tránsito en la Ruta Nacional y se pueda ingresar con precaución, se podría colocar un "Ceda el Paso".

2.1.7.2 Señalamiento Horizontal

El señalamiento horizontal, por otro lado, consiste en marcas aplicadas directamente sobre la calzada con pintura u otros materiales. Su función es complementar el señalamiento vertical,

delimitando carriles, zonas de prohibición de sobreseñalamiento, áreas de detención y cruces peatonales, entre otros elementos. Sus principales objetivos son los siguientes:

- Proporcionar información clara y uniforme a los usuarios de la vía.
- Mejorar la seguridad vial mediante la reducción de riesgos y accidentes.
- Complementar la señalización vertical para reforzar indicaciones esenciales.

El Manual de Señalamiento Horizontal establece criterios homogéneos y normativas para la correcta aplicación de las marcas viales en la Red Nacional de Caminos. Los objetivos del manual incluyen:

- Garantizar la uniformidad en la aplicación del señalamiento horizontal en todo el país.
- Establecer un sistema de señalización que sea fácilmente comprensible por los conductores.
- Asegurar la compatibilidad con normativas internacionales y nacionales vigentes.
- Establecer directrices sobre el diseño y aplicación de líneas longitudinales, transversales, tachas reflectantes y bandas ópticas sonoras, entre otros elementos.

El señalamiento horizontal comprende las marcas viales aplicadas sobre la calzada con el objetivo de regular, advertir y guiar el tránsito vehicular y peatonal. Sus principales funciones incluyen:

- Indicar zonas de circulación segura.
- Definir espacios y jerarquías en la vía.
- Complementar la señalización vertical.

Clasificación

- Líneas Longitudinales:

Se ubican de manera paralela al eje de la carretera y cumplen la función de guiar el tránsito, delimitando carriles, prohibiendo o permitiendo maniobras y mejorando la seguridad vial. El ancho mínimo es de 0,10 m a 0,20 m y deben ser reflectantes para mejorar la visibilidad nocturna y en condiciones adversas. Tipos:

- Línea central amarilla: Separa sentidos opuestos de circulación e indica prohibición de adelantamiento.
- Doble línea continua amarilla: Prohibición total de sobreseñalamiento en ambos sentidos.
- Doble línea mixta (continua y discontinua): Permite sobreseñalamiento en un solo sentido.
- Línea discontinua: Permite sobreseñalamiento en ambos sentidos. La relación marca/módulo en líneas discontinuas suele ser de 3 m de marca y 9 m de espacio sin marcar.
- Líneas de borde blancas: Delimitan la calzada y mejoran la visibilidad.

- Líneas Transversales:

Son marcas que se disponen perpendiculares al eje de la calzada y sirven para anunciar, regular y guiar el tránsito en zonas de intersecciones y cruces peligrosos. El ancho de estas líneas varía entre 0,30 y 0,60 m. Son obligatoriamente reflectantes para mejorar la visibilidad.

Tipos:

- Línea de detención: Indica el punto donde los vehículos deben detenerse.
- Línea de "Ceda el Paso": Marca el lugar donde los conductores deben ceder la prioridad a otros vehículos o peatones.
- Sendas peatonales y ciclovías: Indican espacios exclusivos para peatones y ciclistas.
- Líneas Auxiliares para Reducción de Velocidad: Se emplean en accesos a zonas de riesgo, como curvas peligrosas o cruces ferroviarios.

- **Símbolos y Leyendas:** Incluyen flechas direccional, indicaciones de velocidad máxima, prohibiciones de estacionamiento y otras inscripciones viales.

- **Otras Demarcaciones:**
 - Tachas reflectantes: Mejoran la visibilidad nocturna.
 - Bandas óptico-sonoras: Alertan a los conductores mediante vibración y sonido.
 - Marcas Canalizadoras del Tránsito: Organizan el flujo vehicular en intersecciones.
 - Isletas: Áreas exclusivas para dividir carriles o redirigir el tránsito.
 - Bandas Óptico-Sonoros (BOS): Alertan a los conductores con vibraciones y sonido.
 - Demarcación de Banquinas Pavimentadas: Indican áreas de emergencia o detención.

- **Materiales y Técnicas**
 - Pinturas acrílicas y termoplásticas: Ofrecen buena visibilidad y adherencia.
 - Plásticos preformados: Se utilizan en inscripciones y símbolos.
 - Microesferas de vidrio: Se incorporan para mejorar la retroreflexión.

- **Colores y Significado**
 - Blanco: Señalización de carriles en el mismo sentido y líneas de borde.
 - Amarillo: Separación de sentidos opuestos y prohibiciones de sobre paso.
 - Negro: Se usa para mejorar el contraste en pavimentos claros.

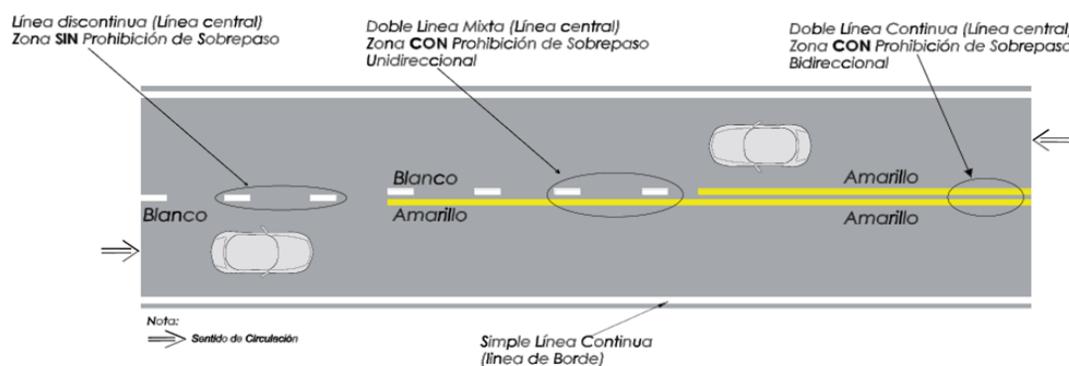


Figura 2.27. Patrones Básicos. (Fuente: MSH)

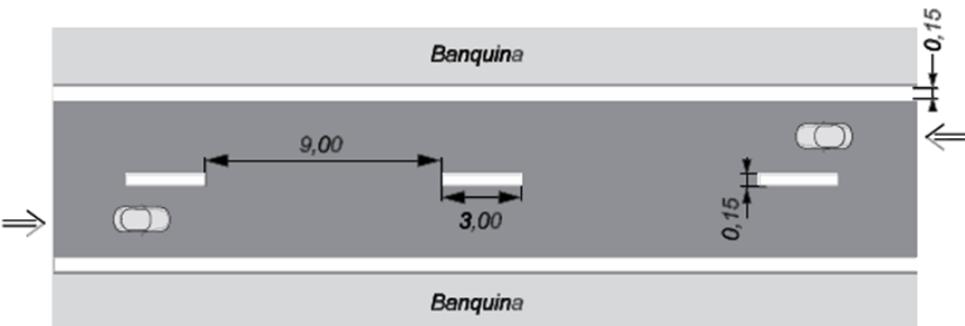


Figura 2.28. Medidas ruta convencional sin prohibición de paso. (Fuente: MSH).

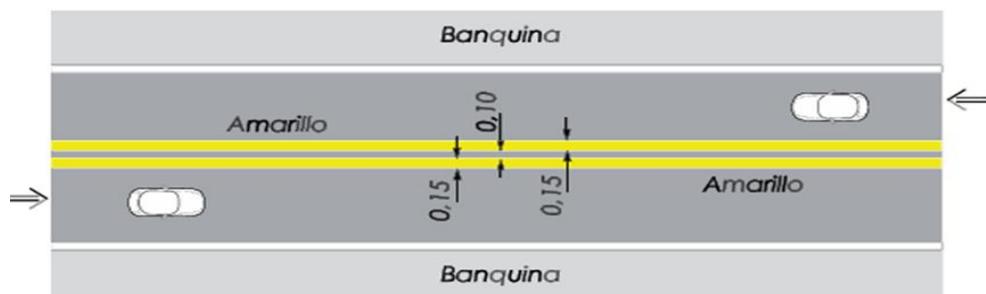


Figura 2.29. Medidas señalamiento con prohibición de paso. (Fuente: MSH).

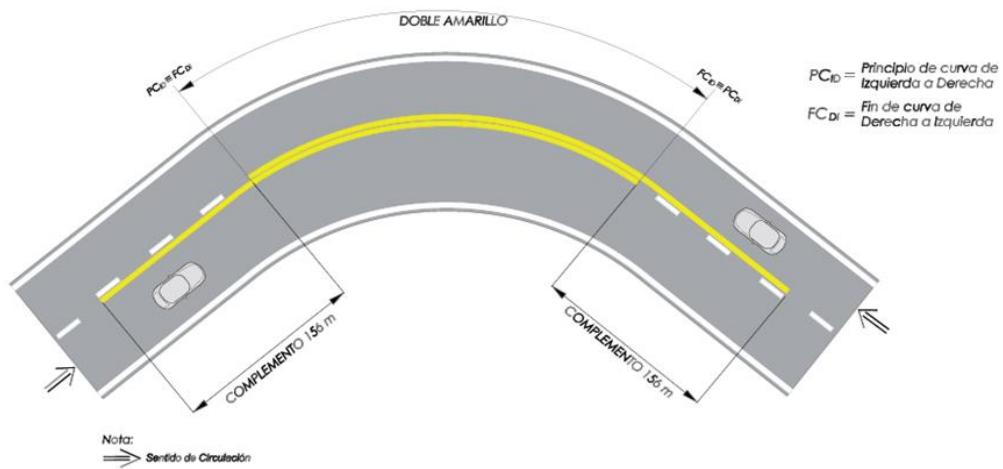


Figura 2.30. Zona de Prohibición de Sobrepaso – Curva Horizontal - Práctica usual DNV (Fuente: MSH)

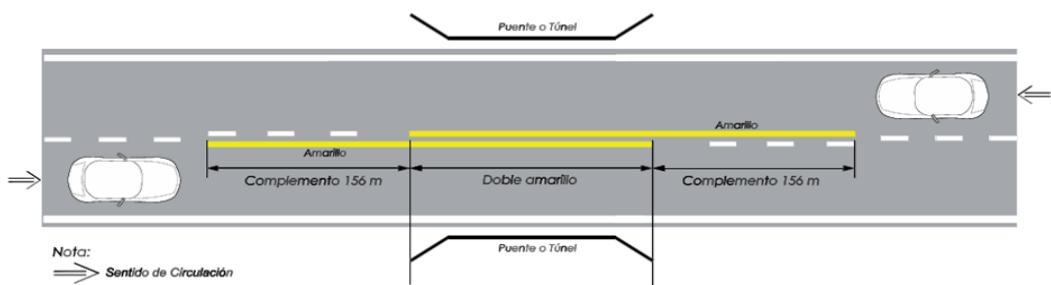


Figura 2.31. Señalización de zona de puente o túnel. (Fuente: MSH).

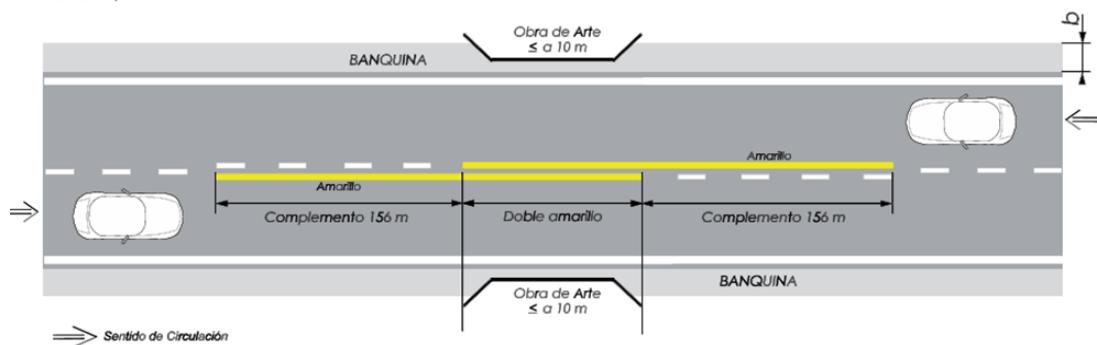


Figura 2.32. Señalización de zona de alcantarilla. (Fuente: MSH).

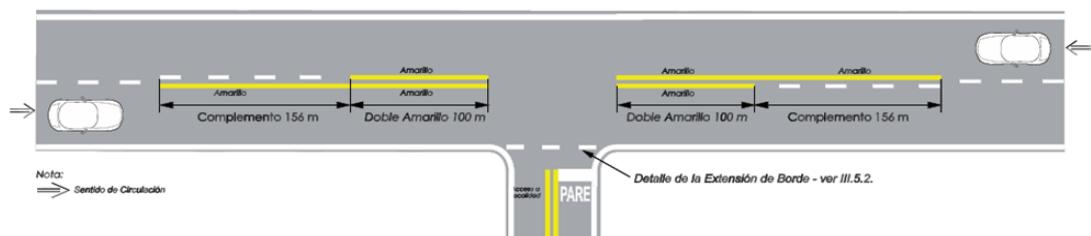


Figura 2.33. Señalización de zona de acceso a localidad. (Fuente: MSH).

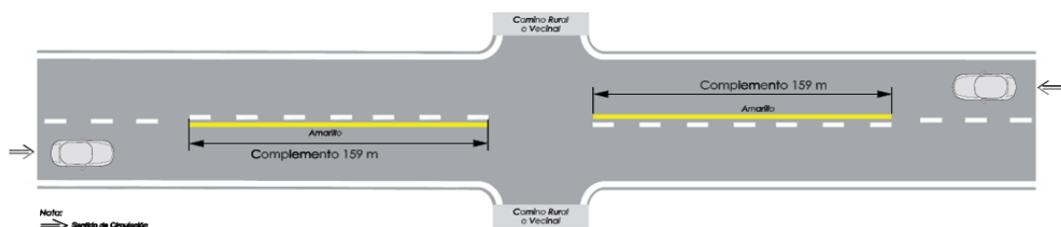


Figura 2.34. Señalización de zona de camino vecinal. (Fuente: MSH).

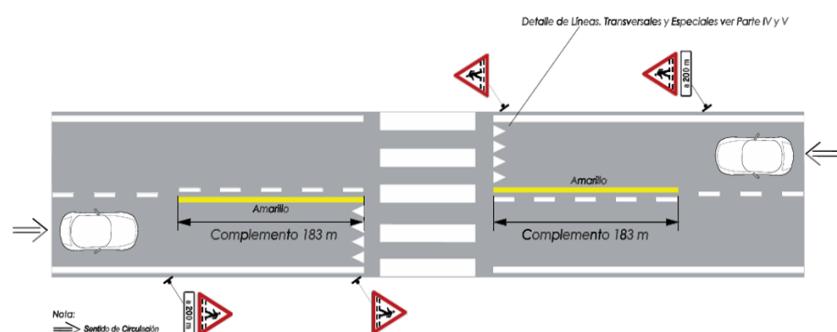


Figura 2.35. Señalización de cruce peatonal. (Fuente: MSH).

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Se observa una clara deficiencia en la señalización vertical, que requiere revisión y mantenimiento. La señalización horizontal es escasa, salvo en las delimitaciones de líneas de carril, lo que afecta la orientación de los conductores, especialmente en condiciones de baja visibilidad. A continuación, se detallan algunas de ellas:

- **Accesos a estación de servicio sin ordenación:** La ausencia de pavimentación, demarcación horizontal y organización en los accesos a la estación de servicio es una

práctica inadecuada, generando conflictos en la circulación y aumentando el riesgo de accidentes. Adecuada señalización vertical de la misma.

- **Correcta señalización en intersecciones desde la ruta:** La correcta señalización permite a los conductores adecuar su velocidad y posición en la calzada con suficiente antelación, evitando maniobras imprevistas.
- **Glorietas sin "Ceda el Paso" en los accesos:** Es incorrecto no indicar prioridades de circulación en los accesos a una rotonda. Todos los movimientos que pierden prioridad deben estar claramente señalizados mediante señalización vertical y horizontal.
- **Curvas con eficiente señalización:** Las mismas cuentan con la correcta señalización horizontal (doble línea amarilla) y la correspondiente señal vertical antes de la presencia de la misma. No cuentan con señalización de límite de velocidad.
- **Ausencia de señal vertical de prohibición de sobreseño:** En algunos tramos con doble línea amarilla no se cuenta con la señalización vertical correspondiente, tampoco en las curvas. La prohibición de sobreseño debe reforzarse con señales verticales para mejorar la percepción de los conductores.
- **Ausencia de señalización de reglamentación:** La falta de señales como "Pare", "Ceda el Paso" desde las intersecciones a la Ruta Nacional, o la presencia de las mismas en mal estado, puede derivar en graves accidentes.
- **Ausencia de escalonamiento en reducciones de velocidad:** Reducir la velocidad bruscamente sin escalonamientos intermedios puede generar frenadas abruptas, colisiones en cadena o el incumplimiento de la limitación.
- **Señalización horizontal y/o vertical de baja visibilidad:** La señalización debe mantenerse en buen estado, con niveles adecuados de retroreflexión y dimensiones acordes a la velocidad de la vía.
- **Ausencia de fin de prohibición o restricción:** Cuando se impone una restricción, esta debe anularse con una señal cuando desaparezcan las causas que la originaron.
- **Utilización de señales fuera de norma:** El uso de señales no reglamentarias afecta la claridad, sencillez y uniformidad de la señalización, dificultando su interpretación por parte de los conductores.
- **Medidas correctas:** de los bastones en tramos de ruta convencional sin prohibición de paso (3 metros) y de la separación de los mismos (9 metros).
- **Pintura:** se puede notar la presencia de las demarcaciones horizontales antiguas debajo de la pintura nueva. Esto no es correcto y puede generar confusiones.
- **Escalonamiento de velocidades:** Al acercarse a una intersección, la velocidad permitida disminuye de 110 km/h a 60 km/h. Sin embargo, se detecta un error en la señalización:

en lugar de un cartel intermedio que indique la reducción a 80 km/h, se han colocado dos carteles idénticos de 60 km/h, aunque ubicados a distancias adecuadas. Esta omisión puede generar confusión entre los conductores.

Con el fin de ilustrar tanto las deficiencias como los aspectos adecuados de la señalización en la ruta, a continuación, se presentan diversas fotografías.



Fotografía 2.76. Correcto señalamiento horizontal en tramo recto: Línea discontinua. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.77. Adecuada señalización horizontal de curva; Doble línea amarilla. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.78. Correcta señalización de curvas. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.79. Correcta señalización horizontal de curva: Línea blanca transversal de disminución de velocidad. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.80. Curva amplia con buena visibilidad y señalamiento horizontal de permiso de sobre paso.
(Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.81. Correcta señalización vertical en curvas: Cartel de prohibición de sobre paso. (Fuente:
Elaboración propia).



Fotografía 2.82. Correcta señalización vertical en acceso a Colonia Benítez. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.83. Correcta señal vertical de presencia de estación de servicio. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.84. Bastones de dimensiones adecuadas. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.85. Pintura nueva sobre la antigua. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.86. Correcta inclinación de carteles. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.87. Distancia adecuada de señales verticales desde la calzada (4,2 metros). (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.88. Distancia adecuada de señales verticales desde calzada (4 metros). (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.89. Cartelería prohibida en zona de camino. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.90. Cartelería de orientación luego de intersección adecuada. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.91. Isletas presentes en intersección sin señalamiento horizontal. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.92. Señal vertical “PARE” en salida de acceso poco visible y en mal estado. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.93. Adeuada distancia entre señales verticales. (Fuente: Elaboración propia).



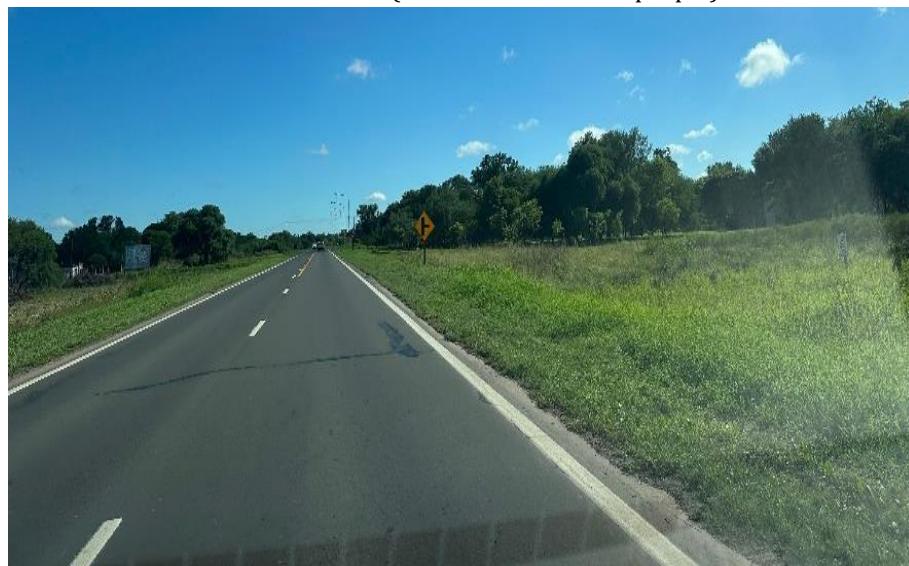
Fotografía 2.94. Señalamiento horizontal en puentes correcto. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.95. Señales verticales de escalonamiento de velocidades incorrectas. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.96. Señal vertical de presencia de RADAR incorrecta ya que el mismo no está en funcionamiento. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.97. Correcta señalización de accesos. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.98. Señal vertical de presencia de parada de ómnibus en mal estado. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.99. Correcta señalización de accesos. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.100. Ausencia de señalización de acceso vertical. (Fuente: Elaboración propia).

2.1.8 ILUMINACIÓN

La iluminación en rutas es un factor clave para la seguridad vial, ya que contribuye a la visibilidad de conductores, peatones y ciclistas, reduciendo el riesgo de accidentes. Su correcta planificación y distribución permite mejorar la percepción del entorno, identificar obstáculos y facilitar la circulación nocturna, especialmente en zonas de alto tránsito o con configuraciones viales complejas.

Si bien la normativa en Argentina no exige iluminación en todo el recorrido de las rutas, se establece la necesidad de implementar sistemas de alumbrado en puntos críticos, como intersecciones, accesos a ciudades, travesías urbanas, estaciones de servicio y áreas con alta concentración de maniobras vehiculares. En estos sectores, una adecuada iluminación puede minimizar los riesgos asociados a la falta de visibilidad, mejorando la seguridad tanto de quienes transitan en vehículos como de los peatones que utilizan la infraestructura vial.

Los estándares internacionales y las recomendaciones de organismos viales sugieren que la iluminación en rutas debe cumplir con ciertos requisitos técnicos, tales como niveles de luminancia adecuados, uniformidad en la distribución de la luz y reducción del deslumbramiento. Estos aspectos garantizan que la luz artificial cumpla su propósito sin generar inconvenientes para los usuarios de la vía.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

Según la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), la iluminación en intersecciones de caminos rurales es un elemento clave para la seguridad vial, ya que reduce significativamente los accidentes nocturnos. La normativa establece que:

- La iluminación debe permitir a los conductores identificar peligros y anticiparse a la intersección.
- Se debe considerar la transición de iluminación para evitar la "ceguera nocturna" al salir de la zona iluminada.
- Los parámetros básicos de diseño de iluminación son definidos por la DNV.
- Los valores recomendados de iluminancia media son:
 - 30 lux para intersecciones en caminos sin iluminación continua.
 - 40 lux para intersecciones en caminos con iluminación continua.

En este sentido, en las secciones críticas mencionadas se evaluarán los niveles de iluminación actuales para determinar si cumplen con los estándares recomendados en cuanto a luminancia, uniformidad y control del deslumbramiento. Para ello, se utilizará la expresión de iluminancia media en lux:

$$E = \frac{\phi * CU * MF}{A}$$

Donde:

- \emptyset : Flujo luminoso total de la luminaria (en lúmenes).
- CU: Coeficiente de utilización (valor entre 0 y 1).
- MF: Factor de mantenimiento (valor entre 0 y 1).
- A: Área iluminada (en metros cuadrados).

Este cálculo permitirá analizar la iluminación existente en función de los parámetros técnicos establecidos, verificando su adecuación a los valores recomendados y describiendo la situación actual en cada sector evaluado.

ANÁLISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Acceso a Colonia Benítez

Para el cálculo, se considera el flujo luminoso de una lámpara de vapor de sodio, actualmente utilizada en la intersección, con un valor nominal de 28.000 lúmenes. Además, se adopta un factor de mantenimiento de 0,6 y un coeficiente de utilización de 0,5, ambos estimados de manera aproximada según las condiciones del entorno. Por otra parte, el área iluminada por cada luminaria:

$$A = \text{ancho} * \text{separación} = 13m * 40m = 520m^2$$

Entonces:

$$E = \frac{28000 \text{lumenes} * 0,6 * 0,5}{520m^2} = 16,15lux$$

Los resultados del cálculo indican que la intersección no cumple con los niveles mínimos de iluminación establecidos por la normativa. A esto se suma el deterioro de varias luminarias, algunas de las cuales se encuentran fuera de servicio, lo que agrava la deficiencia en este aspecto y compromete la seguridad vial durante la circulación nocturna.



Fotografía 2.101. Luminarias en Acceso a Colonia Benítez. (Fuente: Elaboración propia).

Acceso a Margarita Belén

Para el cálculo, se considera el flujo luminoso de una lámpara de vapor de sodio, actualmente utilizada en la intersección, con un valor nominal de 28.000 lúmenes. Además, se adopta un factor de mantenimiento de 0,6 y un coeficiente de utilización de 0,5, ambos estimados de manera aproximada según las condiciones del entorno. Por otra parte, el área iluminada por cada luminaria:

$$A = \text{ancho} * \text{separación} = 18m * 60m = 1.080m^2$$

$$E = \frac{28000 \text{lumenes} * 0,6 * 0,5}{1.080m^2} = 7,77lux$$

La deficiencia en la iluminación de esta intersección es evidente, lo que afecta la seguridad vial, especialmente durante la circulación nocturna. A esto se suma el deterioro de las luminarias debido a la falta de mantenimiento, lo que agrava aún más la insuficiencia de luz en la zona.

Estación de servicio “YPF”

La estación de servicio se encuentra entre ambas intersecciones evaluadas, por lo que se aplican los mismos parámetros de flujo luminoso, coeficiente de utilización y factor de mantenimiento. Sin embargo, el área iluminada es mayor debido a la necesidad de cobertura en las zonas de carga de combustible, accesos y circulación de vehículos.

$$A = \text{ancho} * \text{separación} = 12m * 39m = 468m^2$$

$$E = \frac{28000\text{lumenes} * 0,6 * 0,5}{468m^2} = 17,95lux$$

El cálculo de iluminancia muestra un valor inferior a los estándares recomendados para este tipo de instalaciones, lo que afecta la visibilidad y la seguridad nocturna. Además, se evidencia el deterioro de algunas luminarias, lo que agrava la insuficiencia de iluminación en el sector.

Rotonda de intersección de RN11 y RP90

Siguiendo el mismo procedimiento utilizado en los casos anteriores, se evalúa la iluminación en la rotonda. Se mantienen los valores de flujo luminoso, coeficiente de utilización y factor de mantenimiento, mientras que el área iluminada varía en función de la disposición de las luminarias.

$$A = ancho * separación = 12m * 30m = 360m^2$$

$$E = \frac{28000\text{lumenes} * 0,6 * 0,5}{360m^2} = 23,33lux$$

El cálculo indica que la iluminancia es insuficiente en comparación con los valores recomendados, lo que afecta la visibilidad y la seguridad vial, especialmente en horarios nocturnos. A diferencia de otros sectores evaluados, en este caso no se observa deterioro en las luminarias, por lo que la deficiencia lumínica se debe únicamente a los niveles de iluminación actuales.

CONCLUSIONES

El estudio revela una iluminación deficiente en los accesos a Colonia Benítez, Margarita Belén y la estación de servicio YPF, con niveles por debajo de los estándares recomendados. La falta de mantenimiento y el deterioro de luminarias agravan la situación, afectando la seguridad vial nocturna. Es esencial mejorar la infraestructura lumínica mediante mantenimiento, reemplazo de equipos y posible adopción de tecnología LED para garantizar una visibilidad adecuada y reducir riesgos de accidentes.

2.1.9 PARADAS DE ÓMNIBUS

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

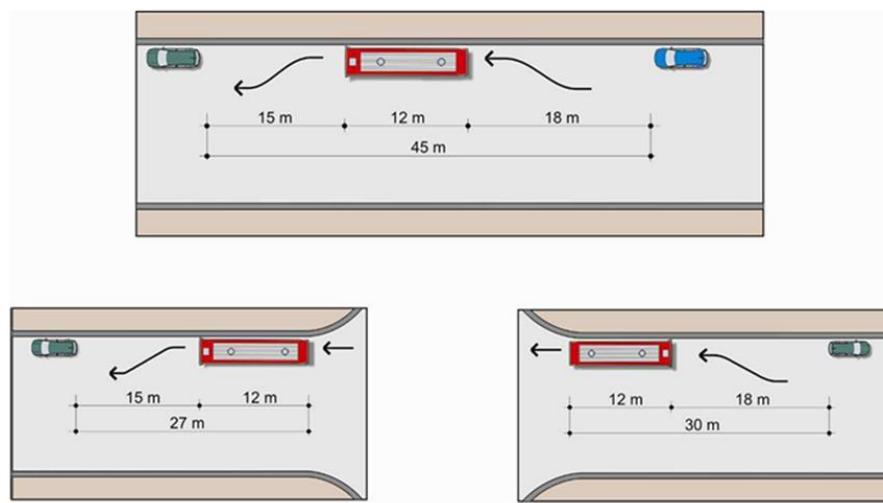


Figura 2.36. Paradas de ómnibus (Fuente: C8, Norma DNV).

Si las rutas de ómnibus locales se encuentran en una Ruta Nacional, el proyectista debe considerar su impacto sobre las operaciones de tránsito normal. La ubicación de las paradas de ómnibus es particularmente importante. Hay que considerar la conveniencia de los clientes, el diseño de la intersección próxima y las características funcionales del camino y el entorno. Hay tres diseños básicos de parada de ómnibus, inmediatamente antes o después de una intersección (bocacalle), o a mitad de la ruta. Cada una tiene sus ventajas y desventajas, como se resume en la siguiente tabla.

Tabla 2.28. Ventajas y desventajas del diseño de paradas de ómnibus. (Fuente: C8, Normas DNV).

	Ventajas	Desventajas
Paradas DESPUÉS intersección	<ul style="list-style-type: none"> Minimizan los conflictos entre ómnibus y vehículos que giran a la derecha. Proveen capacidad adicional para el giro-derecha al dejar libre el carril de cordón para el tránsito. Minimizan los problemas de distancia visual cerca de las intersecciones. Facilitan a los peatones cruzar detrás del ómnibus detenido. Crean distancias de desaceleración más cortas para los ómnibus porque el ómnibus puede usar el ancho de la intersección para desacelerar. El conductor del ómnibus puede tomar ventaja de los claros en el flujo de tránsito creados en los cruces semaforizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Múltiples ómnibus detenidos pueden bloquear la intersección durante los períodos pico. Pueden obstruir la distancia visual para los vehículos que cruzan. Pueden obstruir la distancia visual de los peatones que cruzan. Pueden causar una doble detención de ómnibus, primero en el semáforo y luego en la parada, interfiriendo las operaciones de los ómnibus y demás tránsito. Pueden aumentar el número de choques traseros porque los conductores no esperan que el ómnibus se detenga de nuevo. Podrían resultar filas en la intersección cuando un ómnibus se detenga en el carril directo.
Paradas ANTES intersección	<ul style="list-style-type: none"> Minimizan las interferencias cuando el tránsito es pesado después de la intersección. Permiten a los pasajeros subir al ómnibus más cerca del cruce peatonal. El ancho de la intersección permite una reentrada más fácil en la corriente de tránsito donde se permite estacionamiento de cordón. Imposibilitan la doble detención. Permiten a los pasajeros subir y bajar mientras el ómnibus está detenido en una fase roja de semáforo. Dan al conductor la oportunidad de mirar al tránsito opuesto, incluyendo probables pasajeros desde otros ómnibus. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentan los conflictos con los vehículos que giran a la derecha. Los ómnibus pueden obstaculizar la vista de los dispositivos de control de tránsito y los cruces peatonales. Se puede obstaculizar la vista de los vehículos detenidos a la derecha del ómnibus. Durante el periodo pico las filas de ómnibus pueden bloquear el carril directo.
Paradas a MITAD de cuadra	<ul style="list-style-type: none"> Minimizan los problemas de distancia visual de vehículos y peatones. Pueden resultar en menor congestión peatonal para los pasajeros que esperan. Deseables si un generador grande está ubicado a mitad de cuadra. Menos tiempo de espera para los pasajeros donde la distancia entre intersecciones es grande. Puede ser adecuada donde haya una demanda de transporte público pesado y continuo en toda la cuadra. 	<ul style="list-style-type: none"> Requieren distancia adicional para las restricciones de no-estacionar. Alientan patrones de cruce de calle a mitad de cuadra. Aumentan la distancia de caminata para cruces peatonales en las intersecciones.

Dársenas de ómnibus

La interferencia entre los ómnibus y el resto del tránsito se puede reducir significativamente con dársenas para ómnibus, los cuales proveen un área bien definida para las paradas, separada del tránsito directo. Considerar los apeaderos cuando:

- Las velocidades del servicio en las calles arteriales sean altas (55 km/h o más)
- El volumen de ómnibus supere 10 durante la hora pico.
- El volumen de pasajeros mayor que entre 20 y 40 ascensos por hora.
- El promedio de permanencia de ómnibus sea superior a 30 s por parada.
- Al final de recorrido de ómnibus.
- Potenciales conflictos vehículos/ómnibus justifican la separación de las paradas.
- Historial de accidentes probablemente solucionables con las dársenas para separar las paradas de ómnibus.

- Zona de camino de ancho suficiente para prevenir el efecto adverso sobre los movimientos de los peatones por la vereda.
- Falta de distancias visuales para paradas seguras detrás del ómnibus detenido.
- Mejoramientos (p.ej. ampliación) previstos del camino principal.

Ubicación

En general, el municipio o la autoridad de tránsito local determinarán la ubicación de las paradas de ómnibus. Sin embargo, el proyectista suele tener un cierto control sobre la mejor ubicación de una parada al examinar los detalles de la intersección y los patrones de flujo de tránsito. La mejor práctica recomienda que las paradas de ómnibus deben ubicarse más allá de las intersecciones. Sin embargo, no deben ubicarse más de unos 50 metros desde la intersección más próxima.

Diseño

- Dársenas de ómnibus:

Preferiblemente, la longitud total del ómnibus tipo permitirá diseñar la amplitud de la entrada, la longitud de desaceleración, la zona de parada, la longitud de aceleración, y la salida de las dársenas de ómnibus. Cuando sea posible, es conveniente diseñar longitudes de desaceleración y aceleración separadas del tránsito directo, tanto en las zonas suburbanas como rurales de los caminos arteriales. Sin embargo, la práctica común es aceptar la desaceleración y aceleración en los carriles directos, y sólo construir la zona de detención con cortas entradas y salidas.

Si la frecuencia de servicio de un camino particular es alta; por ejemplo, donde dos o más rutas de ómnibus converjan corriente arriba de la parada, la longitud de la parada debe incrementarse hasta 25 metros para acomodar dos ómnibus.

Los destinos de los pasajeros de los ómnibus pueden estar sobre uno u otro lado del camino. La cercana proximidad de la parada a una intersección ofrece a los pasajeros una ruta conveniente para su destino final. Sin embargo, se recomienda no ubicar una parada de ómnibus más cerca de unos 15 m desde la línea de cordón del camino o calle transversal; una separación menor podría dificultar a un ómnibus que gira a la derecha entrar en la parada, y puede invadir el triángulo visual requerido por un conductor en el camino o calle transversal.

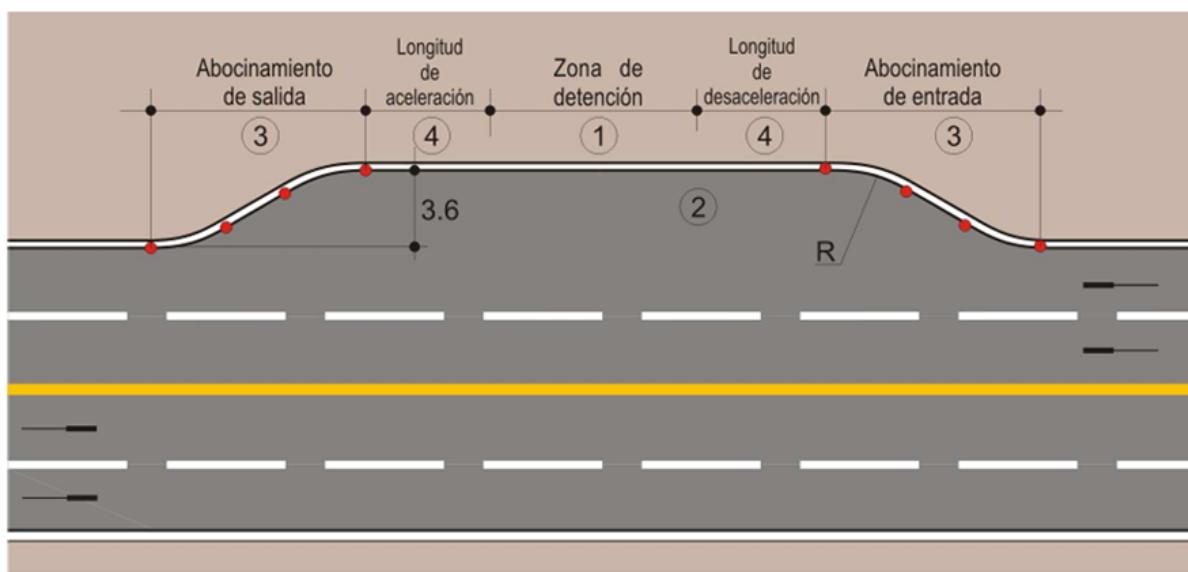


Figura 2.37. Ejemplo de dársena de ómnibus. (Fuente: C8, Normas DNV).

Notas:

- La longitud de la zona de detención consta de 15 m para cada ómnibus estándar de 12 m, y 21 m para cada ómnibus articulado.
- Deseablemente el ancho de dársena es de 3,6 m. Estos anchos no incluyen la cuneta de cordón
- Abajo se listan las longitudes de abocinamiento propuestas. En un abocinamiento de entrada desde un camino arterial puede usarse un abocinamiento mínimo 1:5, mientras que para el abocinamiento de salida no debe ser más fuerte que 1:3.
- El diseño mínimo para una dársena no incluye longitudes de aceleración o desaceleración. Abajo se listan las longitudes de aceleración y desaceleración propuestas.

Tabla 2.29. Dimensiones de dársenas de ómnibus. (Fuente: C8, Normas DNV).

Velocidad Directriz km/h	Velocidad Entrada km/h	Longitud Aceleración m	Longitud Desaceleración m	Longitudes medias de abocinamiento m
50	35	60	45	45
60	45	105	70	50
70	55	200	105	60
80	65	310	45	70

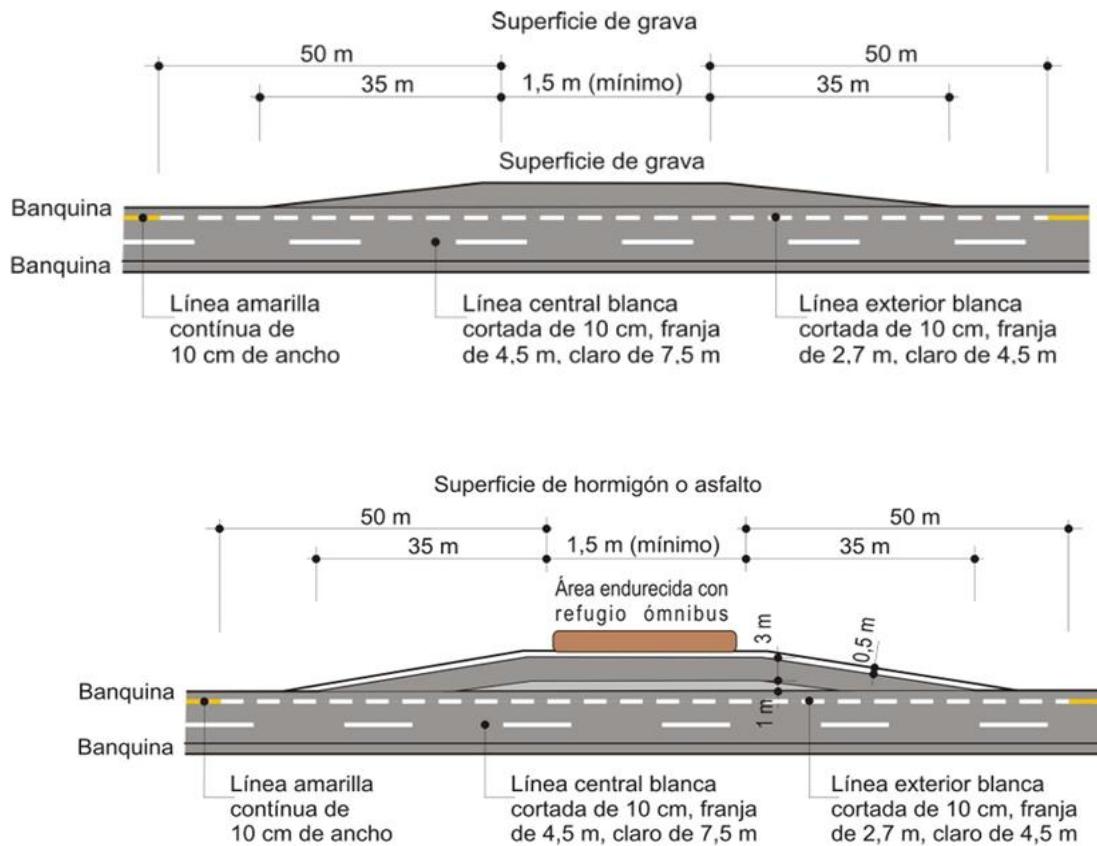


Figura 2.38. Trazados típicos de dársenas de ómnibus. (Fuente: C8, Normas DNV).

- Refugio de ómnibus

En general, el municipio o la autoridad de tránsito local determinarán la necesidad y ubicación de los refugios de autobús. La autoridad de tránsito local determinará el diseño de la parada de ómnibus. El proyectista debe asegurarse de que el refugio no limite la distancia de visión, el flujo de peatones, la accesibilidad o movilidad.

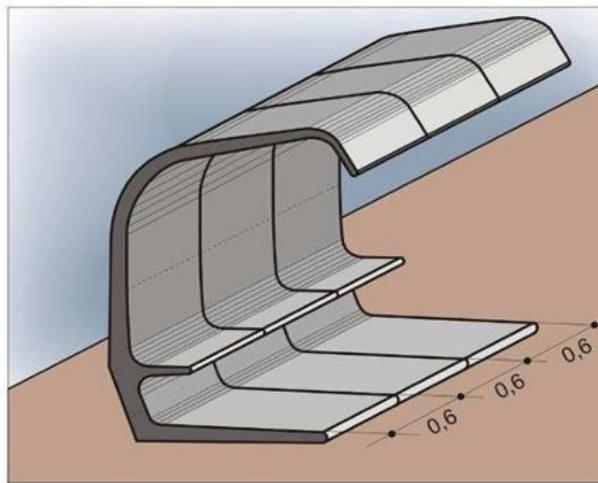


Figura 2.39. Ejemplo de refugio usado por la DNV. (Fuente: C8, Normas DNV).

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

La ubicación de paradas de colectivos directamente en el borde de la ruta, sin protección ni dársenas, representa un riesgo significativo tanto para los peatones como para la circulación vehicular. La ausencia de dispositivos de seguridad aumenta la posibilidad de atropellos y genera interferencias en el tránsito, comprometiendo la seguridad vial. Las mismas tampoco se encuentran debidamente señaladas.

Además, los refugios peatonales existentes presentan condiciones precarias y peligrosas, lo que no garantiza una protección adecuada para los usuarios del transporte público. Es fundamental implementar medidas que mejoren la seguridad y comodidad de estas infraestructuras.

Por todo lo señalado, se concluye que son nominalmente inseguras.

Todo esto puede observarse en las fotografías siguientes.



Fotografía 2.102. Ausencia de dársenas. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.103. Estado de las paradas de colectivos y refugios peatonales. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.104. Refugios peatonales precarios e inseguros. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.105. Ausencia de dársenas y postes de luz caídos. (Fuente: Elaboración propia).



Fotografía 2.106. Refugios peatonales precarios e inseguros. (Fuente: Elaboración propia).

2.1.10 ROTONDAS

Las rotondas son elementos fundamentales en la gestión del tránsito, ya que permiten la intersección de múltiples flujos vehiculares de manera eficiente y segura. A lo largo del tiempo, su diseño ha evolucionado significativamente, dando lugar a diferencias notables entre las rotondas antiguas y las modernas en términos de funcionalidad y seguridad vial.

Las rotondas antiguas, diseñadas bajo las normas geométricas de carreteras de 1980 de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), solían tener una geometría elíptica y diámetros mayores. Esto permitía velocidades de ingreso y egreso más altas, aumentando el riesgo de maniobras inseguras y accidentes. Además, su configuración presentaba desafíos en la canalización del tránsito y la correcta asignación de prioridades, lo que en algunos casos disminuía su efectividad como medida de control vehicular.

En contraste, las rotondas modernas, diseñadas según las normas A10 de la DNV, han sido optimizadas para mejorar la seguridad y la fluidez del tránsito. Su diseño más compacto y predominantemente circular obliga a los vehículos a reducir la velocidad antes de ingresar, minimizando el riesgo de colisiones. También incorporan isletas canalizadoras y señalización más clara, lo que facilita la comprensión de las prioridades de paso y mejora la eficiencia del flujo vehicular.

Esta diferenciación es clave en el análisis del tramo donde la RN11 empalma con la Ruta Provincial 90. A pesar de tratarse de un proyecto posterior a la implementación de las nuevas normativas, la rotonda en ese punto sigue respondiendo a geometrías antiguas, lo que puede afectar su desempeño en términos de seguridad y fluidez.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

2.1.10.1 Normativas de 1980

El diseño y operación de una rotonda basada en esta normativa deben contemplar diversos factores críticos para garantizar su seguridad, eficiencia y funcionalidad, aun cuando dichos lineamientos han sido superados por regulaciones más actuales.

Según esta normativa, una rotonda de estas características resulta adecuada para volúmenes de tránsito inferiores a 5.000 veh/h. La configuración geométrica debe permitir una circulación vehicular a velocidad uniforme, en consonancia con la velocidad operativa de las vías de acceso.

Se establecen criterios para evitar reducciones bruscas de velocidad en los accesos y para mantener dimensiones prácticas. En intersecciones donde las vías presentan velocidades superiores a 70 km/h, la disminución de velocidad debe lograrse mediante isletas canalizadoras, señalización y dispositivos de control. La normativa establece que, para una velocidad directriz de 64 km/h, se requiere un radio mínimo de 129 m, lo que se traduce en un diámetro externo aproximado de 300 m. La velocidad máxima de circulación recomendada dentro de la rotonda es de 64 km/h.

La zona de intercambio, comprendida entre los extremos de las isletas canalizadoras, es el sector donde ocurren las maniobras de cruce y entrecruzamiento vehicular. Su longitud y ancho influyen

directamente en la capacidad y fluidez del tránsito, debiendo ser suficientes para evitar congestión y conflictos operativos.

Tabla 2.30. Capacidad de intercambiadores. (Fuente: Normas de diseño, 1980. DNV).

Longitud de la sección de intercambio (m)	Número de vehículos que se cruzan por hora a una velocidad de marcha promedio de
30	750 (48 km/h) - 350 (64 km/h)
60	1.100 (48 km/h) - 600 (64 km/h)
90	1.350 (48 km/h) - 750 (64 km/h)
120	1.600 (48 km/h) - 900 (64 km/h)
150	1.750 (48 km/h) - 1.050 (64 km/h)
180	1.900 (48 km/h) - 1.200 (64 km/h)

Tabla 2.31. Longitudes mínimas de intercambiadores. (Fuente: Normas de diseño, 1980. DNV).

Velocidad de diseño de la rotonda (Km/h)	Longitud mínima de las secciones de intercambio de la rotonda (metros)
40	45
48	54
56	63
64	72

La forma de la isleta central debe responder a las características del flujo vehicular y a la disposición de las vías adyacentes. Una configuración circular resulta adecuada en intersecciones equidistantes y con tráfico homogéneo. No obstante, en situaciones donde el tránsito es asimétrico o varía según la franja horaria, una isleta oval o elíptica permite optimizar la fluidez vehicular.

El ancho mínimo de calzada debe ser de dos trochas de 3,65 m cada una, aunque se recomienda que sea, al menos, la mitad del ancho de la rama más ancha más una trocha adicional. En ámbitos rurales, el ancho máximo recomendado es de cuatro trochas, ya que dimensiones superiores pueden inducir maniobras riesgosas cuando el tránsito es reducido. El volumen de servicio debe situarse entre 800 y 1.000 veh/h.

El diseño de accesos y egresos debe garantizar transiciones progresivas en la velocidad vehicular, favoreciendo la integración armónica con el flujo circundante. Además, los peralte deben ajustarse a valores mínimos compatibles con la velocidad de diseño, considerando la composición del tránsito y el material del pavimento.

Tabla 2.32. Pendientes máximas. (Fuente: Normas de diseño, 1980. DNV).

Velocidad de diseño (Km/h)	Máxima diferencia algebraica de pendientes en la línea de coronamiento (Z)
25 – 40	0,07 - 0,08
40 – 50	0,06 - 0,07
50 – 60	0,05 - 0,06

La visibilidad al inicio de una isleta canalizadora debe ser superior a la distancia de frenado para la velocidad directriz del camino de acceso, recomendándose un mínimo de 180 metros para velocidades bajas o intermedias, y valores mayores para velocidades elevadas. Respecto a las pendientes, estas deben mantenerse lo más bajas posible a lo largo de la rotonda para evitar reducciones innecesarias de velocidad al maniobrar. En general, no deben superar el 3% para garantizar fluidez y seguridad en la circulación.

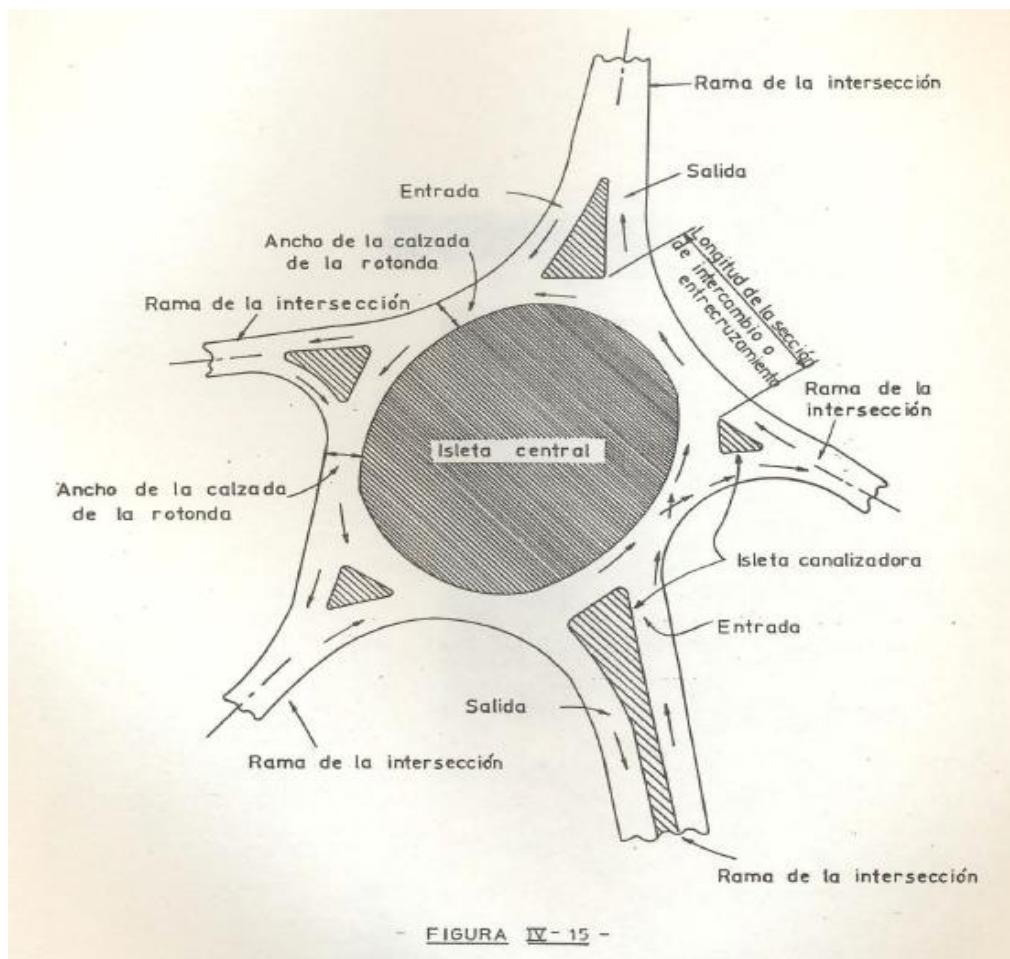


Figura 2.40. Esquema rotonda. (Fuente: Normas de diseño, 1980. DNV).

2.1.10.2 Comparación entre normas

Las dos normativas analizadas presentan diferencias significativas en cuanto a su enfoque sobre las rotundas y su diseño. La Norma C5 (Intersecciones) introduce el concepto de rotundas modernas, destacando su evolución frente a las intersecciones circulares tradicionales. Estas rotundas están diseñadas con criterios específicos que incluyen la flexión geométrica, la reducción de velocidad y la prioridad de paso para los vehículos que circulan en el anillo, lo que las hace más seguras y eficientes en la gestión del tránsito. En contraste, la Norma 80 se refiere a las intersecciones rotatorias de manera más general, sin establecer un concepto de rotunda moderna y enfocándose en un diseño más tradicional.

Un aspecto clave que diferencia ambas normativas es la prioridad de paso. En la Norma C5, se establece claramente que los vehículos que ya están dentro de la rotonda tienen prioridad sobre los que intentan ingresar, lo que mejora el flujo del tránsito y reduce los riesgos de colisión. En cambio, la Norma 80 no menciona este principio con el mismo nivel de detalle y se enfoca más en la circulación continua dentro de la intersección sin interrupciones bruscas.

En cuanto a la velocidad de diseño, la Norma C5 recomienda velocidades más bajas dentro de la rotonda, en un rango de 30 a 50 km/h, lo que ayuda a minimizar los accidentes y a garantizar una mayor seguridad vial. Por otro lado, la Norma 80 sugiere que la velocidad de la rotonda debe estar en relación con la velocidad de los caminos que llegan a ella, lo que en ciertos casos puede permitir velocidades más elevadas, aumentando los riesgos de accidentes en la intersección.

Otro aspecto relevante es la capacidad y el volumen de tránsito que pueden manejar las rotundas según cada normativa. La Norma C5 señala que las rotundas modernas tienen mayor capacidad que otras intersecciones a nivel, ya que permiten un flujo constante sin necesidad de semáforos y con menos congestión. En cambio, la Norma 80 limita el uso de las rotundas a intersecciones con un volumen máximo de 5,000 vehículos por hora, advirtiendo que en escenarios con tráfico denso pueden no ser la mejor opción.

Respecto a la adaptabilidad y el espacio necesario, la Norma C5 plantea que las rotundas pueden diseñarse en distintos tamaños y configuraciones, desde rotundas simples hasta dobles y multicarril, dependiendo de la necesidad del tráfico. En contraste, la Norma 80 advierte que las rotundas requieren un ancho considerable de la zona camino y que su implementación puede ser difícil en áreas urbanas densamente edificadas.

En cuanto a las ventajas y desventajas, la Norma C5 destaca que las rotundas modernas son más seguras que otros tipos de intersecciones, reduciendo los accidentes entre un 40 y 70% y disminuyendo los choques mortales en un 90% gracias a los menores ángulos de impacto. Además, menciona que permiten un tránsito más eficiente sin regulación semafórica y son particularmente útiles en intersecciones con múltiples ramales. Por otro lado, la Norma 80 reconoce que las rotundas pueden ser útiles para mantener un flujo ordenado y reducir la severidad de los accidentes, pero señala que su capacidad no siempre es superior a la de una intersección canalizada y que pueden presentar problemas en zonas de alto tráfico o con un gran número de peatones.

En conclusión, la Norma C5 adopta un enfoque más moderno y alineado con tendencias internacionales, priorizando la seguridad, la eficiencia y la adaptación del diseño a distintos contextos. Por otro lado, la Norma 80 mantiene un enfoque más tradicional y conservador, limitando la aplicabilidad de las rotundas en función del volumen de tránsito y del espacio disponible.

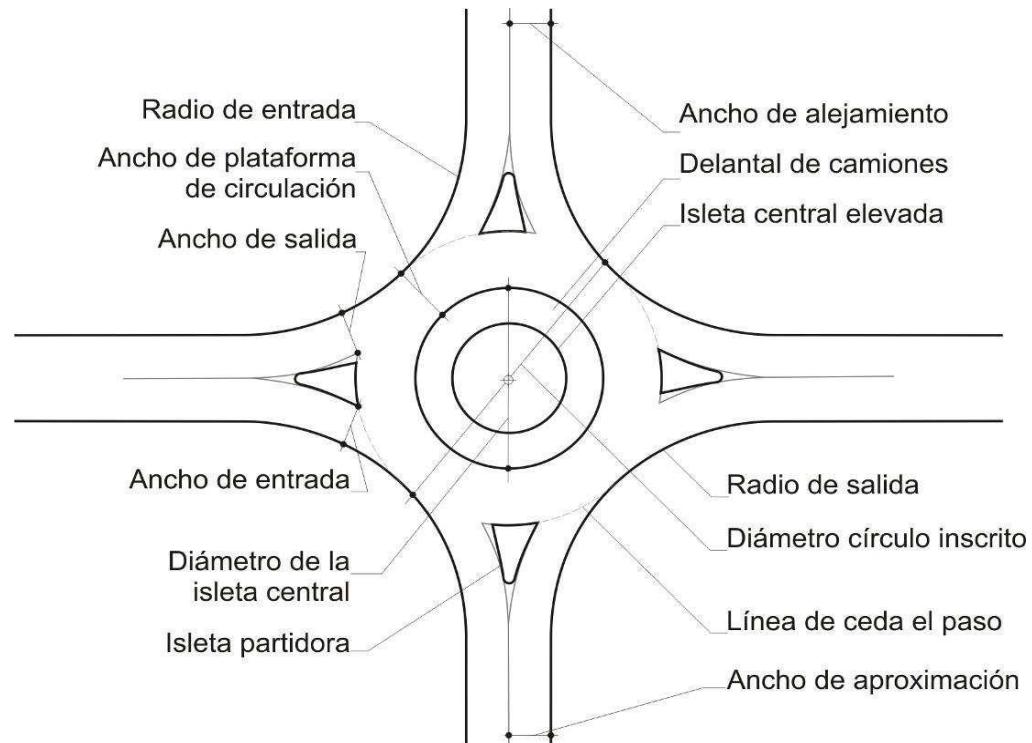


Figura 2.41. Esquema rotunda. (Fuente: C5, Normas DNV).

ANALISIS DEL TRAMO EN ESTUDIO

La rotonda ubicada al final del tramo en análisis debe ser evaluada en función del cumplimiento de la normativa vigente en el momento de su construcción. No obstante, es importante señalar que su diseño responde a criterios actualmente obsoletos, lo que la sitúa en una condición de inseguridad nominal debido a su falta de adecuación a los estándares modernos.

Según el análisis de tránsito realizado, el flujo vehicular máximo en la rotonda alcanza los 600 vehículos por hora en horas pico, lo que se encuentra dentro de los valores admisibles según las normativas antiguas.



Fotografía 2.107. Radios rotonda RP90-RN11. Radio mayor 300m, radio menor 170m. (Fuente: Google Earth).

Esta diferencia de radios genera una configuración pseudo elíptica irregular, una característica común en rotundas con desequilibrio de volúmenes de tránsito entre sus accesos. En este caso, el diseño parece haber priorizado el flujo de la Ruta Nacional 11, dado que presenta el mayor nivel de demanda vehicular.

Los intercambiadores presentan las siguientes longitudes:

- RN11 – RN11: 230 metros
- RN11 – RP90: 80 metros
- RP90 – RN11: 100 metros

De acuerdo con los criterios normativos de la época, estas longitudes resultan suficientes para garantizar la maniobrabilidad de los vehículos y el desempeño funcional de la rotonda.



Fotografía 2.108. Rotonda RP90-RN11. Intercambiadores. (Fuente: Google Earth).

Los anchos de trochas cumplen con los requisitos establecidos en la normativa bajo la cual fue diseñada la intersección. Asimismo, la visibilidad no presenta obstrucciones significativas, y las pendientes se encuentran dentro de los valores aceptables.

Si bien la rotonda cumple con los parámetros de la normativa vigente en su momento, esto no implica que sea una infraestructura segura bajo los estándares actuales. Entre los principales factores de riesgo identificados se destacan:

Transiciones de velocidad inadecuadas: En particular, las reducidas distancias de transición para la desaceleración de los vehículos en sentido descendente por la RN11 generan un punto crítico de conflicto dentro de la rotonda.

Obsolescencia normativa: Al haber sido diseñada bajo estándares desactualizados, la intersección no incorpora criterios modernos de seguridad vial, lo que la convierte en un punto vulnerable dentro de la red de tránsito.

CASO COMPARATIVO: ROTONDA INTERSECCIÓN RN11 Y RN16

A modo de referencia, se menciona la rotonda ubicada en la intersección de las Rutas Nacionales 11 y 16, situada antes del tramo en estudio.

Al igual que la rotonda previamente analizada, esta intersección fue construida bajo la normativa de 1980 y, presumiblemente, cumple con sus requerimientos. Sin embargo, su configuración elíptica evidencia su incompatibilidad con los estándares actuales.



Fotografía 2.109. Rotonda RN11-RN16. (Fuente: Google Earth).

Adicionalmente, la implementación de una autovía de cuatro carriles en la zona ha generado desajustes en la infraestructura vial, incrementando la conflictividad de la intersección y evidenciando aún más la necesidad de actualización.

CONCLUSIONES

El análisis realizado demuestra que las rotondas diseñadas bajo normativas antiguas tienden a volverse puntos críticos de conflicto a medida que el resto de la infraestructura vial evoluciona. La falta de adecuación a los nuevos requerimientos genera incongruencias funcionales en la red de tránsito, afectando la seguridad y la fluidez vehicular. La rotonda analizada, por estos motivos, debe considerarse nominalmente insegura.

2.2 SEGURIDAD SUSTANTIVA

En el siguiente apartado, se aborda el análisis de la seguridad sustantiva, la cual se basa en la medición real de accidentes, considerando la cantidad, el tipo y la gravedad de los siniestros en el tramo en estudio. Este análisis se realiza a partir de datos de accidentes de la misma jurisdicción, permitiendo evaluar la seguridad de la vía más allá del mero cumplimiento normativo.

Además, se busca establecer una mejora entre la seguridad sustantiva y la seguridad nominal, es decir, relacionar los siniestros con posibles deficiencias en el diseño o en la infraestructura de la vía. De este modo, es posible identificar puntos negros y zonas de alta concentración de siniestros, facilitando la implementación de mejoras específicas para reducir el riesgo de nuevos accidentes.

2.2.1 ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Los accidentes de tránsito son un tema fundamental, ya que como señala Hauer, “el único calibre infalible para medir el grado de seguridad vial y la rentabilidad de las inversiones viales son los índices de accidentes”. Los mismos tienen múltiples causas que deben ser identificadas para desarrollar y aplicar medidas correctivas que reduzcan su frecuencia y gravedad. Estos factores pueden atribuirse a tres grandes categorías: el factor humano (H), el estado del camino (C) y las condiciones del vehículo (V), ya sea de manera exclusiva o combinada.

Mediante estudios estadísticos de accidentes en países de mayor desarrollo y que han profundizado en el estudio de temas relacionados a la Ingeniería de Seguridad Vial (ISV) se han identificado que aproximadamente el 34% de los siniestros viales están relacionados con errores en el diseño, construcción y mantenimiento de las vías. En Argentina, dado que las condiciones de seguridad vial son inferiores a las de estos países, se estima que el estado de las rutas podría contribuir, como mínimo, en un 40% a la ocurrencia de accidentes.

Si bien la mayor parte de los accidentes se atribuyen a errores de los conductores, ¿por qué entonces tantos conductores cometan los mismos errores en los mismos lugares de la red vial? Los puntos negros de accidentes no son inventos y es importante poder detectarlos.

Mientras que los problemas de mantenimiento pueden corregirse con relativa facilidad y bajo costo, los errores de diseño y construcción requieren intervenciones más complejas y costosas. Sin embargo, el enfoque de los puntos negros permite evaluar diferentes contramedidas hasta encontrar las más efectivas, demostrando que es posible mejorar la seguridad sin necesidad de grandes inversiones.

Para reducir los accidentes y su gravedad, es fundamental que los organismos responsables y sus ingenieros de seguridad vial cuenten con herramientas precisas que permitan identificar puntos negros y zonas de alta peligrosidad. Esto debe basarse en datos históricos de accidentes, permitiendo diagnosticar sus causas para seleccionar y proponer medidas correctivas adecuadas y para ello la auditoría de seguridad vial es una herramienta clave en este proceso, ya que permite recolectar información detallada sobre el estado de las rutas y analizar las causas de los accidentes. A través de este procedimiento, se pueden evaluar los factores de riesgo, priorizar intervenciones y establecer estrategias efectivas para mejorar la seguridad en la infraestructura vial.

2.2.2 EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO.

A continuación, se presenta el análisis de la siniestralidad en la Ruta Nacional 11, específicamente en el tramo comprendido entre los kilómetros 1010 y 1045. Este estudio resulta fundamental para evaluar su estado de seguridad sustantiva y establecer lineamientos para posibles mejoras. Para ello, se utilizaron registros de accidentes durante diez años consecutivos proporcionados por la Dirección Nacional de Vialidad.

2.2.2.1 Análisis Cuantitativo de Accidentes.

Se elaboró un estudio detallado sobre la cantidad de accidentes ocurridos en el tramo de análisis, registrando un total de 203 accidentes. Sin embargo, un aspecto que resalta en la investigación es la alta concentración de siniestros en la rotonda de intersección entre la Ruta Nacional 11 y la Ruta Nacional 16, donde se reportaron 126 accidentes adicionales. Esto eleva el total de accidentes registrados a 329 siniestros.

Si bien la auditoría de seguridad vial no contempla inicialmente la rotonda dentro del tramo evaluado, debido a la cantidad alarmante de siniestros en este punto se ha decidido incluirla en una mención específica en la sección (2.1.10. ROTONDAS).

Para una mejor comprensión de la siniestralidad en el corredor, el tramo comprendido entre los kilómetros 1010 y 1045 se ha dividido en subtramos, utilizando como referencia los accesos a las localidades ubicadas a lo largo del recorrido (figura 2.40). La segmentación se establece de la siguiente manera:

- **Primer tramo:** desde el km 1010 hasta el acceso a Colonia Benítez.
- **Segundo tramo:** desde el acceso a Colonia Benítez hasta el acceso a Margarita Belén.
- **Tercer tramo:** desde el acceso a Margarita Belén hasta la rotonda del km 1045, donde la Ruta Nacional 11 interseca con la Ruta Provincial 90.

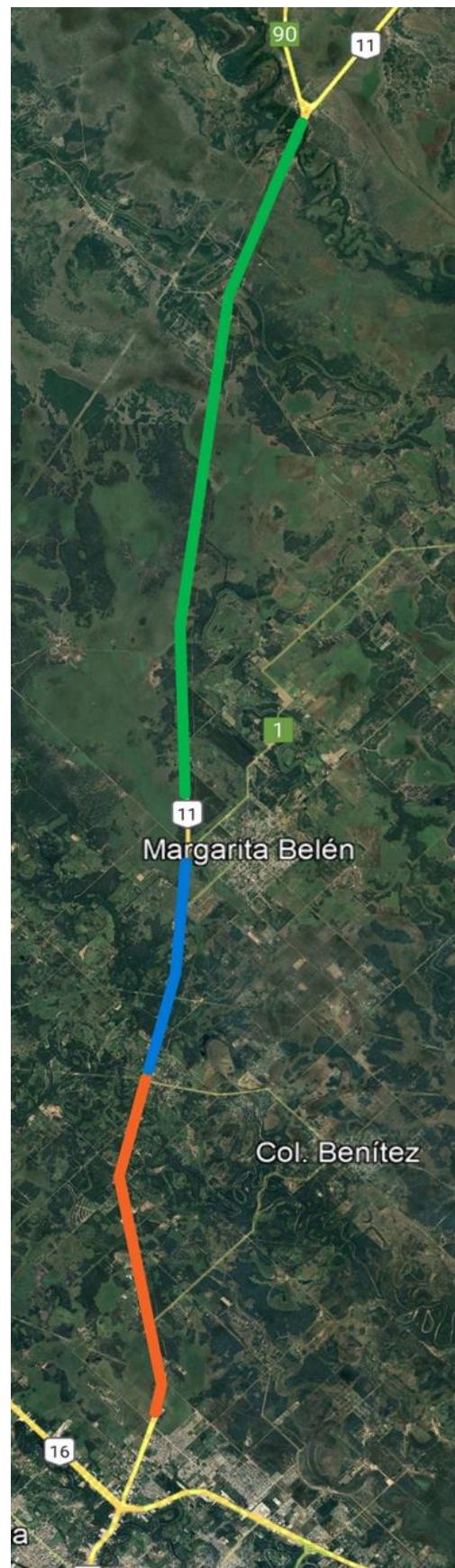


Figura 2.42. Segmentación en Subtramos (Fuente: Elaboración Propia).

Tabla 2.33. Cantidad de accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

KILOMETRO	TRAMOS	CANTIDAD DE ACCIDENTES		
		Accidentes por km	Accidentes por Tramo	Accidentes/Km en Tramo
km 1007	Rotonda 11-16	126	126	
km 1010	1010 - Colonia Benítez	33		
km 1011		15		
km 1012		15		
km 1013		10		
km 1014		9	136	15,1
km 1015		12		
km 1016		9		
km 1017		11		
km 1018		11		
km 1019		11		
km 1020	Colonia Benítez - Margarita Belén	2		
km 1021		4		
km 1022		0	26	4,3
km 1023		10		
km 1024		6		
km 1025		4		
km 1026	Margarita Belén - Rotonda 11-90	0		
km 1027		1		
km 1028		1		
km 1029		1		
km 1030		2		
km 1031		3		
km 1032		2		
km 1033		4		
km 1034		3		
km 1035		4	41	2,1
km 1036		0		
km 1037		2		
km 1038		2		
km 1039		1		
km 1040		1		
km 1041		2		
km 1042		1		
km 1043		5		
km 1044		5		
km 1045		1		
TOTAL EN TRAMO		203		
TOTAL		329		

Para un análisis más preciso de la siniestralidad vial, se elabora un gráfico de torta que ilustra la distribución porcentual de los accidentes en cada tramo con respecto al total registrado.

El análisis del gráfico evidencia una alta concentración de siniestros viales en la rotonda de intersección entre la Ruta Nacional N.^o 11 y la Ruta Nacional N.^o 16, lo que confirma su condición de punto crítico en términos de seguridad vial

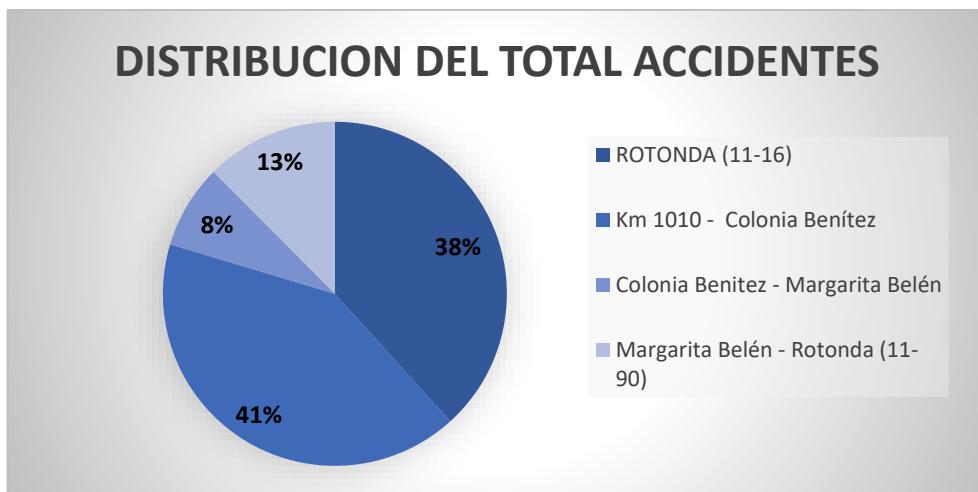


Figura 2.43. Distribución del Total de Accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

Además, se presenta una segunda distribución que focaliza exclusivamente los siniestros ocurridos dentro del tramo de estudio, excluyendo los eventos registrados en la rotonda. Con el objetivo de analizar con mayor precisión la ocurrencia y distribución de los siniestros viales en la sección evaluada.

Este segundo gráfico, enfocado exclusivamente en el tramo bajo estudio, revela que el segmento comprendido entre el km 1010 y el acceso a Colonia Benítez registra la mayor incidencia de accidentes.

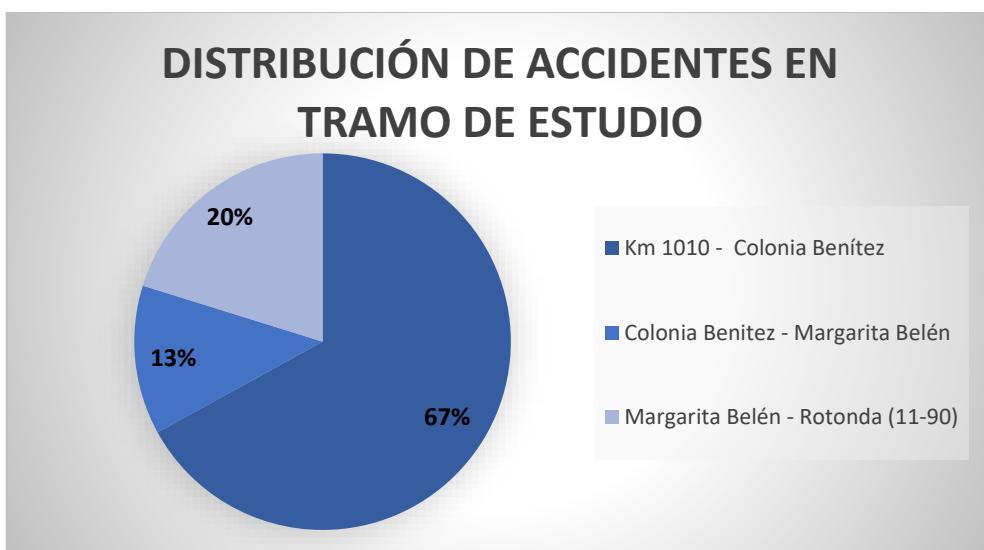


Figura 2.44. Distribución de accidentes en el tramo de estudio. (Fuente: Elaboración Propia).

Dado que la distribución porcentual presentada anteriormente no considera la longitud de cada tramo en análisis, se desarrolla una tercera distribución que tiene en cuenta la extensión de cada segmento, permitiendo calcular la densidad de accidentes por kilómetro para una evaluación más precisa de la distribución espacial de los accidentes en el corredor vial.

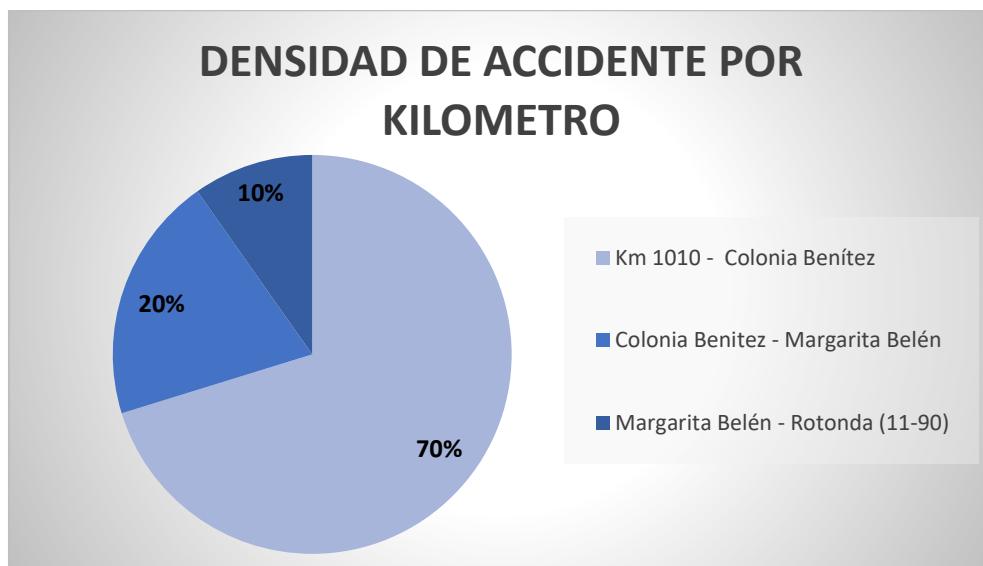


Figura 2.45. Densidad de accidentes en el tramo de estudio. (Fuente: Elaboración Propia).

El análisis resultante confirma las observaciones previas, destacando que el primer tramo (km 1010 - acceso a Colonia Benítez) presenta la mayor concentración de accidentes por unidad de longitud, lo que lo posiciona como el tramo más crítico en términos de siniestros. A continuación, el segundo tramo (Colonia Benítez - Margarita Belén), que es de menor longitud, muestra un porcentaje elevado de accidentes, lo que indica una alta densidad de siniestros en una sección relativamente corta. En contraste, el tercer tramo, a pesar de registrar un mayor número total de accidentes que el tramo 2, tiene una longitud considerablemente mayor, lo que provoca que la densidad de siniestros sea inferior.

2.2.2.2 Análisis de la Tipología de Accidentes.

El estudio de la tipología de los accidentes es un aspecto clave dentro de una auditoría de seguridad vial, ya que permite identificar patrones y factores de riesgo asociados.

Para obtener una evaluación más precisa de las condiciones operativas de la infraestructura vial y de los factores que inciden en la ocurrencia de los siniestros registrados en la última década en el tramo de ruta analizado se llevó a cabo una clasificación de los mismos en función de su ubicación específica, diferenciando aquellos ocurridos sobre la calzada de los que se producen por salida de la misma, incluyendo también los accidentes cuya tipología no se encuentra claramente definida en los registros disponibles.

De esta manera, se elabora una tabla en la que se detalla la cantidad de accidentes registrados según cada tipología identificada. Posteriormente, con el objetivo de representar de manera más clara la proporción de cada categoría facilitando la interpretación de los datos se elabora un gráfico de torta que muestra la distribución porcentual de los distintos tipos de siniestros.

Tabla 2.34. Tipología de Accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

TIPOLOGIA DE ACCIDENTES			
Tramo	EN CALZADA	SALIDA DE CALZADA	SE DESCONOCE
1010 - Colonia Benítez	111	15	10
Colonia Benítez - Margarita Belén	20	5	1
Margarita Belén - Rotonda 11-90	28	12	1
TOTAL	159	32	12

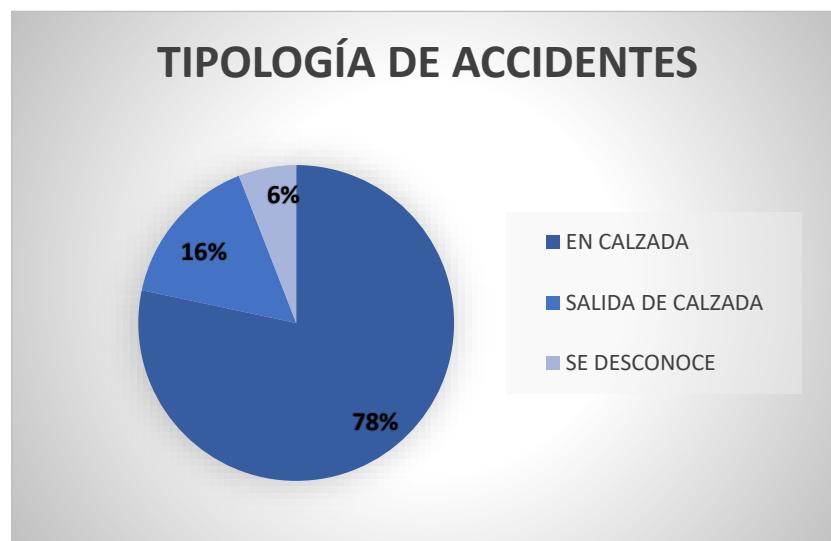


Figura 2.46. Porcentaje de tipología de accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

El análisis preliminar de la tipología de siniestro viales en el tramo evaluado indica que la mayor proporción de accidentes ocurre sobre la calzada, evidenciando una alta concentración de incidentes en la zona de circulación principal. Los siniestros por salida de calzada representan un porcentaje menor, aunque siguen siendo un factor relevante en la seguridad vial del corredor.

Estos resultados proporcionan un primer panorama sobre la distribución de los accidentes en función de su ubicación, sirviendo como punto de partida para un estudio más detallado que permitirá diferenciar con mayor precisión las características y causas de los siniestros ocurridos dentro y fuera de la calzada. Para ello se procede a una discriminación detallada entre los accidentes ocurridos sobre la calzada y aquellos registrados fuera de ella, con el fin de examinar en profundidad las condiciones en las que se producen y sus causas predominantes.

- ACCIDENTES EN CALZADA

Dentro de los accidentes ocurridos en la calzada, se realiza un análisis detallado que destaca tres categorías principales según la dinámica del siniestro: colisión con otro vehículo, colisión con un objeto fijo y accidentes sin colisión.

A continuación, se presentan las tablas y los porcentajes correspondientes a cada tipo de accidente.

Tabla 2.35. Accidentes en Calzada. (Fuente: Elaboración Propia).

TIPOLOGIA DE ACCIDENTES EN CALZADA			
Tramo	COLISIÓN CON OTRO VEHICULO	COLISIÓN CON OBJETO	SIN COLISIÓN
1010 - Colonia Benítez	86	13	12
Colonia Benítez - Margarita Belén	15	3	2
Margarita Belén - Rotonda 11-90	18	5	5
TOTAL	119	21	19

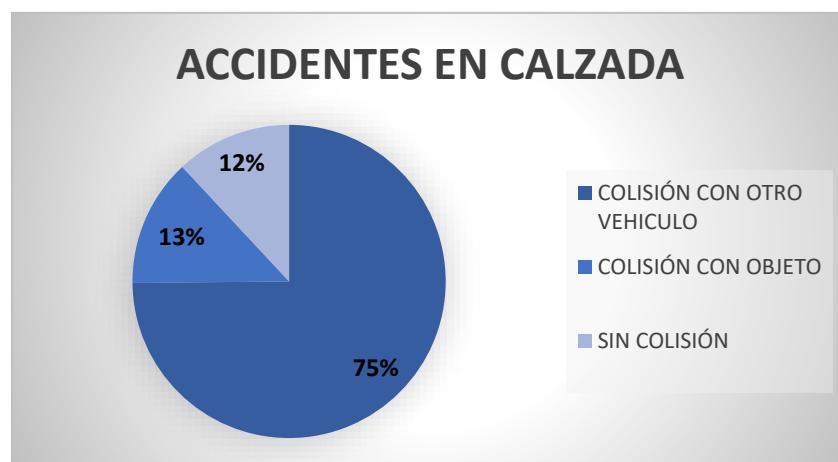


Figura 2.47. Porcentaje de accidentes en calzada. (Fuente: Elaboración Propia).

Como conclusión inicial del análisis de los accidentes ocurridos en la calzada, se evidencia que la mayoría de los siniestros se concentran en los casos de colisiones con otros vehículos. En segundo lugar, se encuentran los accidentes ocasionados por colisiones con objetos fijos, y, en menor medida, los siniestros en los que no se registra colisión alguna.

El siguiente paso consiste en profundizar el análisis de las diferentes tipologías de siniestros, con un enfoque específico en cada una de ellas, evaluando las dinámicas particulares de cada tipo de accidente para la identificación de factores de riesgo.

- Colisión con otro vehículo

Se realiza una subclasificación detallada de las colisiones entre vehículos, que distingue las distintas formas en que estos impactos se producen. Esta segmentación tiene como objetivo identificar patrones recurrentes de siniestros, permitiendo reconocer las dinámicas de impacto que se repiten con mayor frecuencia.

A continuación, se presentan las tablas con la distribución de estas categorías y sus respectivos porcentajes en un gráfico de torta.

Tabla 2.36. Colisión con otro vehículo. (Fuente: Elaboración Propia).

EN CALZADA					
COLISION CON OTRO VEHÍCULO					
Tramo	Circ. Cola	Circ. Angulo	Roce Lateral	Colisión Frontal	Circ. Múltiple
1010 - Colonia Benítez	32	24	18	8	4
Colonia Benítez - Margarita Belén	5	5	1	3	1
Margarita Belén - Rotonda 11-90	4	2	2	7	3
TOTAL	41	31	21	18	8

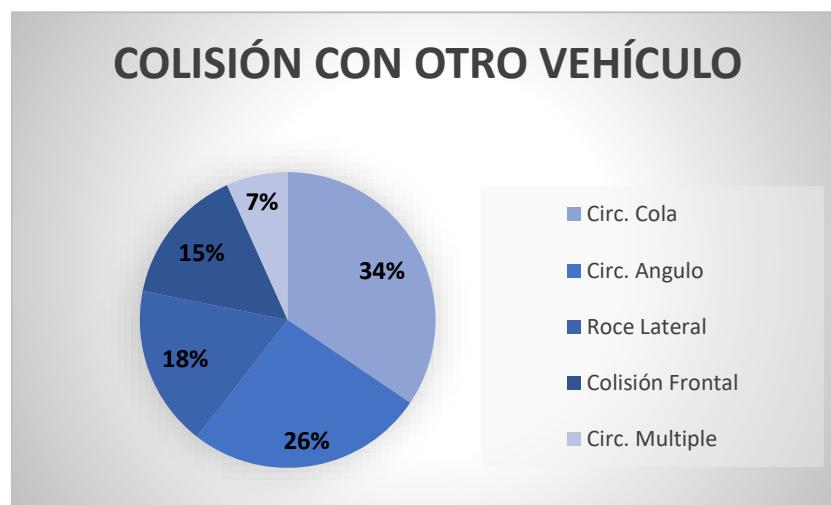


Figura 2.48. Porcentaje de los tipos de colisión entre vehículos. (Fuente: Elaboración Propia).

Del análisis de los tipos de siniestros ocurridos en calzada que involucran colisiones entre vehículos, se observa que la colisión por alcance (circulación en cola) representa el mayor porcentaje de incidentes. En segundo lugar, la colisión en ángulo se presenta como un tipo recurrente de siniestro seguida de el roce lateral y la colisión frontal. Finalmente, la colisión múltiple es la de menor incidencia.

En función de estos resultados y de la identificación de los patrones de ocurrencia de siniestros se puede focalizar las intervenciones en seguridad vial, priorizando aquellas que atenúen la repetición de los accidentes más frecuentes y minimicen su impacto en la circulación.

- Colisión con objeto

Asimismo, se realiza un análisis detallado dentro de la categoría de colisiones contra objetos, diferenciando entre impactos contra objetos fijos e impactos contra objetos móviles. Dentro de estos últimos, se consideran elementos imprevistos en la vía, como animales, peatones y ciclistas, cuya presencia representa un factor de riesgo significativo en la dinámica de los siniestros.

Los resultados obtenidos se presentan en las tablas siguientes con sus porcentajes representados en un gráfico de torta.

Tabla 2.37. Colisión con Objeto. (Fuente: Elaboración Propia).

EN CALZADA		
COLISIÓN CON OBJETO		
Tramo	Animal - Ciclista - Peatón	Objeto Fijo
1010 - Colonia Benítez	13	0
Colonia Benítez - Margarita Belén	2	1
Margarita Belén - Rotonda 11-90	5	0
TOTAL	20	1



Figura 2.49. Porcentaje de colisión con objeto. (Fuente: Elaboración Propia).

El análisis de los siniestros viales con colisión contra objetos revela que la mayor proporción de accidentes involucra impactos contra objetos móviles, como animales, ciclistas y peatones, mientras que los incidentes contra objetos fijos en calzada presentan una ocurrencia significativamente menor.

Dado que peatones y ciclistas comparten el espacio vial con vehículos motorizados, la identificación de los patrones de ocurrencia de estos siniestros permite priorizar acciones que garanticen una movilidad segura y reduzcan la vulnerabilidad de los agentes de tránsito más expuestos.

- Sin colisión

Del mismo modo se analizan los accidentes sin colisión, cuyos resultados se detallan a continuación.

Tabla 2.38. Accidentes en calzada sin colisión. (Fuente: Elaboración Propia).

EN CALZADA		
SIN COLISIÓN		
Tramo	Vuelco en Calzada	Caída en Ocupante
1010 - Colonia Benítez	8	4
Colonia Benítez - Margarita Belén	1	1
Margarita Belén - Rotonda 11-90	4	1
TOTAL	13	6



Figura 2.50. Porcentaje de accidentes en calzada sin colisión. (Fuente: Elaboración Propia).

El análisis de los accidentes sin colisión en la calzada muestra que la mayoría de los incidentes registrados corresponden a vuelcos en calzada, con un total del 68%, mientras que las caídas de ocupantes representan menos de la mitad, con un total de 32%.

El tramo con mayor cantidad de accidentes es el primero, donde se registraron 8 vuelcos y 4 caídas de ocupantes, lo que indica una mayor peligrosidad en esta sección de la ruta. Los demás tramos presentan valores significativamente menores, aunque se mantiene la tendencia de vuelcos en calzada como el tipo de accidente predominante.

- ACCIDENTES CON SALIDA DE CALZADA

También se establece una clasificación dentro de los accidentes por salida de calzada, dividiéndolos en dos subgrupos como se muestra a continuación.

Tabla 2.39. Accidentes en calzada sin colisión. (Fuente: Elaboración Propia).

SALIDA DE CALZADA		
Tramo	CON COLISIÓN - Barrera / Objeto Fijo	SIN COLISIÓN - Desbarranco / Vuelco fuera de calzada
1010 - Colonia Benítez	2	13
Colonia Benítez - Margarita Belén	0	5
Margarita Belén - Rotonda 11-90	0	12
TOTAL	2	30

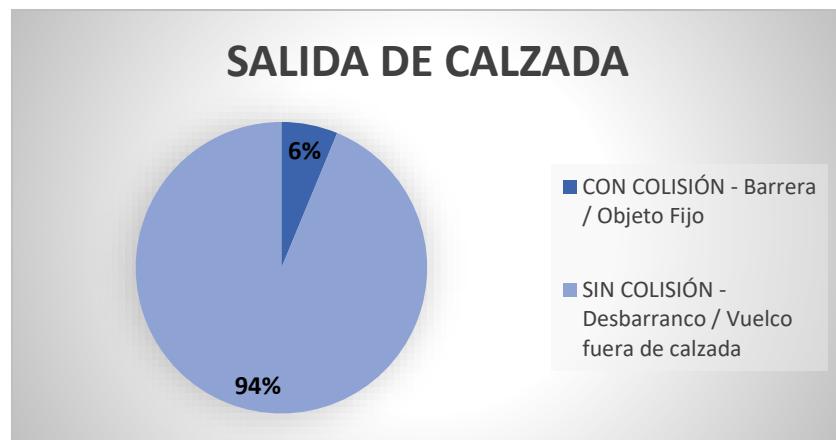


Figura 2.51. Porcentaje de accidentes en calzada sin colisión. (Fuente: Elaboración Propia).

El análisis de los accidentes con salida de calzada revela que la gran mayoría de los incidentes corresponden a salidas sin colisión, es decir, desbarrancos o vuelcos fuera de la calzada, con un total de 30 casos. En contraste, los accidentes con colisión contra barreras u objetos fijos son significativamente menores, registrándose solo 2 incidentes en el primer tramo de análisis.

El tramo más afectado es el primero con 13 accidentes sin colisión, seguido por el último (Margarita Belén - Rotonda 11-90), con 12 accidentes. Esta distribución sugiere que existen factores críticos en estas zonas que favorecen las salidas de calzada.

En conclusión, la alta frecuencia de salidas de calzada sin colisión representa un riesgo significativo para la seguridad vial en estos tramos, por lo que es fundamental implementar estrategias de mitigación para reducir la ocurrencia y gravedad de estos incidentes.

- Condiciones Meteorológicas e Iluminación

Se llevó a cabo un análisis detallado de las condiciones meteorológicas presentes en el momento de los accidentes, evaluando factores como precipitaciones y otros aspectos climáticos relevantes. Asimismo, se analizó la iluminación en los lugares de siniestro, determinando si el evento ocurrió en horario diurno o nocturno, con el fin de identificar posibles influencias en la ocurrencia de los accidentes.

Tabla 2.40. Condiciones meteorológicas e iluminación. (Fuente: Elaboración propia).

Tramo	ACCIDENTES			CONDICIONES METEOROLOGICAS		ILUMINACION	
	Buen Tiempo	Lluvia / Granizo	Neblina	Día	Noche		
1010 - Colonia Benítez	126	6	4	85	51		
Colonia Benítez - Margarita Belén	24	2	0	19	7		
Margarita Belén - Rotonda 11-90	32	8	1	29	12		
TOTAL	182	16	5	133	70		



Figura 2.52. Distribución del estado del tiempo en el momento de los accidentes. (Fuente: Elaboración propia).



Figura 2.53. Distribución de la iluminación durante los accidentes. (Fuente: Elaboración propia).

El análisis de las condiciones meteorológicas en el momento de los accidentes revela que la gran mayoría de los siniestros ocurrieron en condiciones de buen tiempo, representando el 90% del total. En contraste, solo un 8% de los accidentes se registraron durante precipitaciones de lluvia o granizo, y un 2% bajo condiciones de niebla. Esto sugiere que los factores climáticos adversos

no son la principal causa de los accidentes en la zona analizada, y que otros elementos, como el estado de la infraestructura vial o el comportamiento de los conductores, podrían tener un papel más determinante en la siniestralidad.

En cuanto a la iluminación, se observa que el 66% de los accidentes ocurrieron durante el día, mientras que el 34% restante se produjo en horario nocturno. Aunque la proporción de accidentes es mayor en horario diurno, la incidencia de siniestros en la noche sigue siendo significativa, lo que indica la necesidad de evaluar la visibilidad y las condiciones de iluminación en los tramos más afectados para reducir el riesgo de accidentes en estos horarios.

- Tipo de Vehículos involucrados

Asimismo, se realiza un análisis detallado de los tipos de vehículos involucrados en los siniestros dentro del tramo evaluado, con el propósito de identificar su distribución y determinar el porcentaje de participación de cada categoría. Este estudio permite establecer patrones de riesgo asociados a cada tipo de vehículo y su posible influencia en la ocurrencia de los accidentes.

Tabla 2.41. Tipos de vehículos involucrados en Accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

Tramo	TIPO DE VEHÍCULO			
	Camión / Ómnibus	Automóvil	Motocicleta	Bicicleta
1010 - Colonia Benítez	27	117	84	6
Colonia Benítez - Margarita Belén	3	20	9	1
Margarita Belén - Rotonda 11-90	17	43	5	0
TOTAL	47	180	98	7

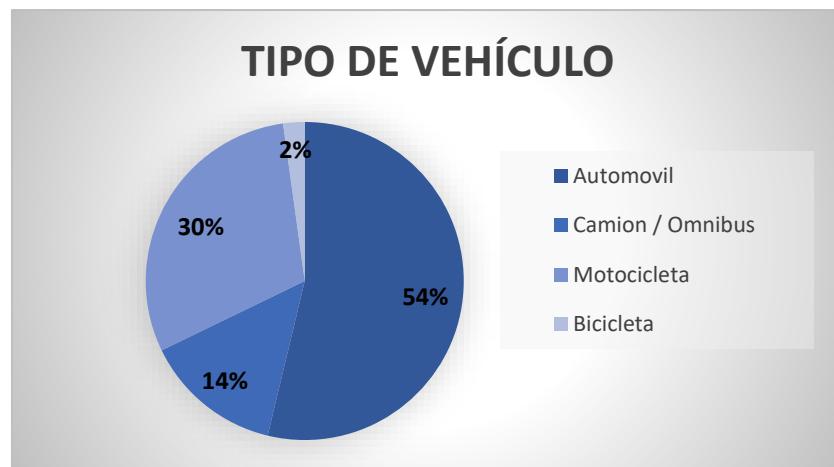


Figura 2.54. Distribución del tipo de vehículos involucrados en accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

El análisis realizado en el tramo evaluado muestra una clara distribución de los tipos de vehículos involucrados en los accidentes. De un total de 332 vehículos involucrados, el automóvil es el tipo de vehículo con mayor participación, representando el 54.2% del total de los siniestros (180

casos). Le siguen las motocicletas con un 29.5% (98 casos), los camiones y ómnibus con un 14.2% (47 casos), y finalmente, las bicicletas, con una participación mínima del 2.1% (7 casos).

En particular, el tramo desde el km 1010 hasta Colonia Benítez destaca con la mayor cantidad de accidentes, especialmente con la presencia significativa de automóviles y motocicletas, lo que sugiere que este tipo de vehículos son los más involucrados en los siniestros de dicha zona. El tramo Colonia Benítez - Margarita Belén presenta una menor incidencia en comparación, pero aún muestra una clara predominancia de los automóviles.

Este estudio revela que los automóviles y las motocicletas son los principales factores de riesgo en los accidentes dentro del tramo evaluado, lo que puede sugerir que se deben implementar medidas de seguridad enfocadas en estos tipos de vehículos, así como en las condiciones de las carreteras, para reducir la frecuencia y severidad de los siniestros.

2.2.2.3 Análisis de la Severidad de los Accidentes.

El análisis de la severidad de los accidentes es una herramienta crucial para comprender no solo la frecuencia de los siniestros, sino también las consecuencias que estos generan en términos de lesiones y víctimas fatales. En este sentido, se realiza un estudio sobre los accidentes ocurridos en diferentes tramos del área evaluada, con el fin de identificar la distribución de los diferentes niveles de severidad, tales como muertes, heridos graves y heridos leves. Este análisis permite visualizar los tramos más peligrosos y, a partir de esta información, plantear medidas preventivas y correctivas para reducir el impacto de los accidentes en la seguridad vial.

Tabla 2.42. Severidad de los accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

SEVERIDAD ACCIDENTES			
Tramo	Muertes	Heridos Graves	Heridos Leves
1010 - Colonia Benítez	16	23	118
Colonia Benítez - Margarita Belén	3	4	25
Margarita Belén - Rotonda 11-90	8	12	52
TOTAL	27	39	195

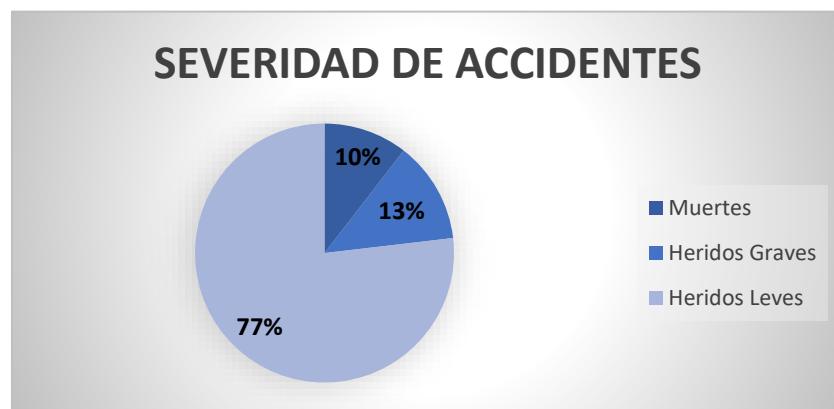


Figura 2.55. Severidad de los accidentes. (Fuente: Elaboración Propia).

El análisis de la severidad de los accidentes revela que, en general, el primer tramo es el más crítico, con un total de 16 muertes, 23 heridos graves y 118 heridos leves, lo que representa la mayor parte de los casos registrados. En comparación, los tramos **Colonia Benítez - Margarita Belén y Margarita Belén - Rotonda 11-90** muestran una menor incidencia de muertes (3 y 8, respectivamente), pero siguen reportando un número significativo de heridos, con un total combinado de 61 heridos graves y 77 heridos leves. En total, se registraron 27 muertes, 39 heridos graves y 195 heridos leves, lo que destaca la gravedad de los accidentes en estos tramos.

Este análisis subraya la necesidad de intervenciones focalizadas en los tramos con mayor severidad, particularmente en el tramo **1010 - Colonia Benítez**, con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad vial y reducir las consecuencias fatales y graves de los siniestros.

2.2.3 Tramo de concentración de accidentes (TCA).

El estudio de la siniestralidad vial es un proceso complejo, dado que intervienen múltiples factores en la ocurrencia de accidentes, además de la falta de datos sistematizados que permitan establecer correlaciones precisas entre el trazado de una ruta y su impacto en la seguridad. En este sentido, la seguridad de una vía no puede evaluarse exclusivamente en función de su diseño normativo, ya que cumplir con las regulaciones no garantiza automáticamente condiciones óptimas de seguridad. La infraestructura vial puede presentar elementos que, aunque estén dentro de las normativas, influyen en la ocurrencia de accidentes sin estar específicamente contemplados en las regulaciones. Por lo tanto, es necesario realizar un análisis adicional sobre la frecuencia y la gravedad de los siniestros ocurridos en la vía.

El primer paso para abordar esta problemática es analizar la información disponible, con el objetivo de identificar aquellos sectores de la red vial donde los siniestros ocurren con mayor frecuencia. En este contexto, el Sistema de Información de Accidentes de Tránsito (SIAT) presenta un Índice de Peligrosidad (IP), que es una herramienta clave ya que permite identificar los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), es decir, aquellos segmentos de la red donde el riesgo de siniestro es significativamente superior al promedio de tramos con características similares.

- **Método del Índice de Peligrosidad (IP).**

El índice de peligrosidad es una herramienta utilizada para evaluar el nivel de riesgo en un tramo de carretera identificando tramos con mayor probabilidad de siniestros, considerando factores como la frecuencia y gravedad de los accidentes, las características geométricas de la vía (longitud) y las condiciones de tráfico.

Se define como Índice de Peligrosidad en un tramo al número de accidentes con víctimas por cada cien millones de vehículos-kilómetros recorridos por año en ese tramo.

Su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$IP = \frac{NºACV}{365 * TMDA * Long. (km)} * 10^8$$

- N° ACV: es la cantidad de siniestros con víctimas (incluyendo siniestros con heridos leves y/o heridos graves y/o fallecidos).

- TMDA: es el tránsito medio diario anual (para la Red Vial Nacional o para la provincia en estudio).
- L: longitud (Red Vial Nacional o para la provincia en estudio).

Vialidad Nacional mantiene un registro detallado de los índices de peligrosidad de las rutas nacionales, clasificados por año y por provincia.

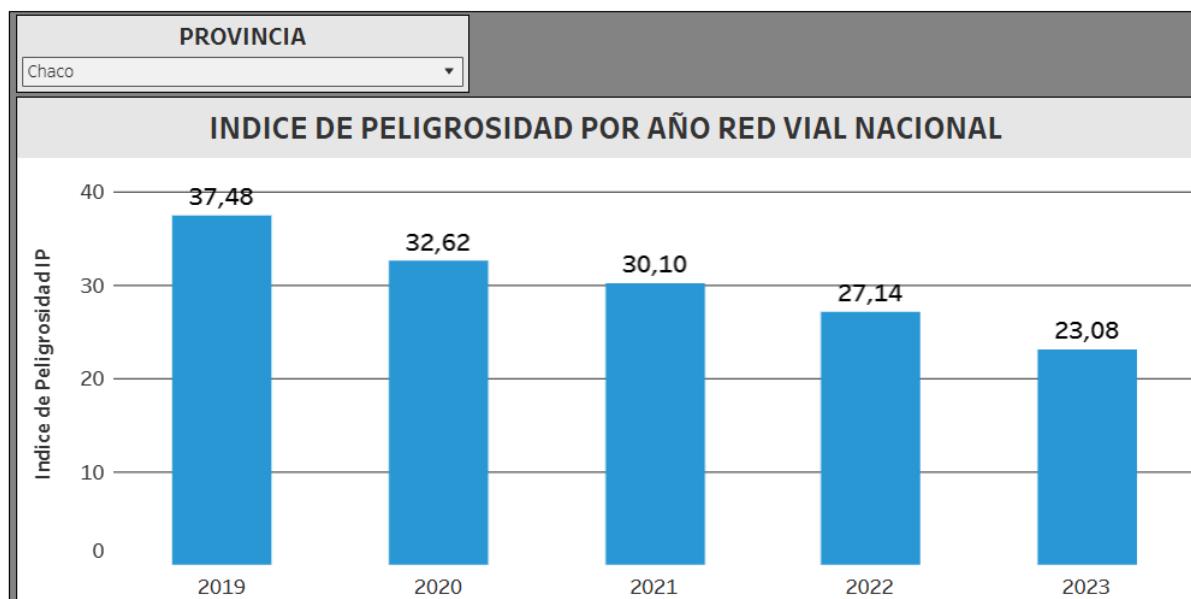


Figura 2.56. Índice de Peligrosidad por año. (Fuente: Vialidad Nacional).

Para realizar un análisis comparativo más preciso se utilizan los datos correspondientes a los últimos cinco años de registro en la provincia del Chaco, y se realiza un promedio de los mismos con el fin de obtener un único valor de índice de peligrosidad representativo de las rutas nacionales dentro de dicha jurisdicción.

$$IP = \frac{37,48 + 32,62 + 30,10 + 27,14 + 23,08}{5} = 30.1$$

Este valor obtenido se utiliza como referencia para evaluar y comparar el nivel de peligrosidad del tramo en estudio en relación con la siniestralidad general de la provincia en rutas nacionales.

A continuación, se lleva a cabo el cálculo del índice de peligrosidad en el tramo de estudio utilizando los datos de accidentes registrados por vialidad nacional a lo largo de la última década. Para ello, se establece un promedio anual de accidentes, y se utiliza el valor de TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) actual.

Con el objetivo de obtener un análisis completo, se calcula un índice de peligrosidad general que considera tanto la longitud total del tramo como la totalidad de los accidentes registrados en el período analizado. Posteriormente, este cálculo se desglosa para determinar el índice de peligrosidad de cada uno de los subtramos que conforman el tramo en estudio, lo que permite obtener una evaluación detallada en cada segmento específico.

Tabla 2.43. Índice de Peligrosidad (IP). (Fuente: Elaboración Propia).

INDICE DE PELIGROSIDAD					
TRAMO	Accidentes en 10 años de registro	Promedio de accidentes por año	TMDA	Long. del Tramo (Km)	IP
Km 1010 - Colonia Benítez	136	13,6	8103	9	51
Colonia Benítez - Margarita Belén	26	2,6	6179	6	19
Margarita Belén - Rotonda (11-90)	41	4,1	4827	20	12
Tramo Completo	203	20,3	8103	35	20

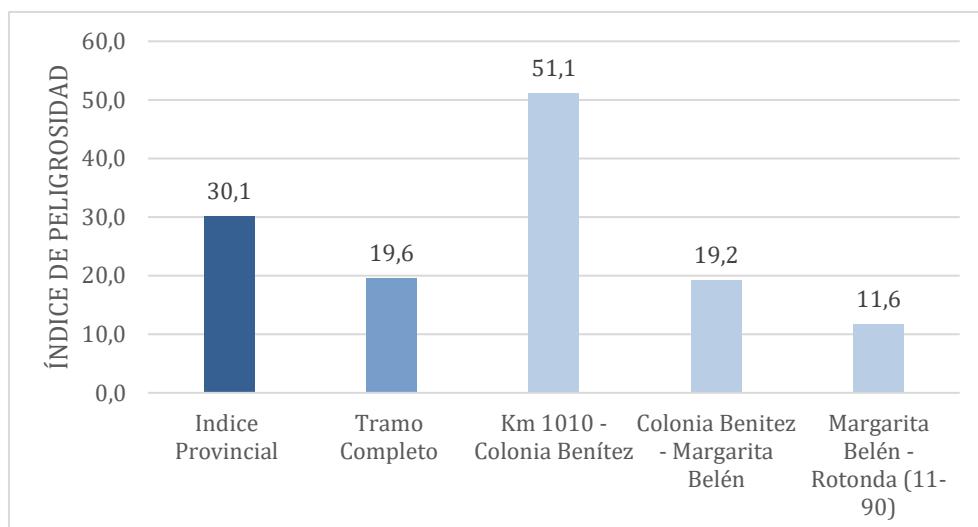


Figura 2.57. Índice de Peligrosidad (IP). (Fuente: Elaboración Propia).

Del estudio de los valores obtenidos se observa que al comparar el índice de peligrosidad promedio de las rutas nacionales en la provincia del Chaco con el índice de peligrosidad general del tramo, se observa que este se encuentra por debajo de dicho valor, indicando que, en términos globales, el tramo presenta un nivel de riesgo inferior al de la media provincial.

Sin embargo, al desglosar el análisis por subtramos, se destacan diferencias significativas en la distribución de los valores. El tramo comprendido entre el km 1010 y Colonia Benítez presenta un índice de peligrosidad superior al promedio provincial, lo que se lo podría clasificar como un Tramo de Concentración de Accidentes (TCA). Este subtramo debe considerarse como un área crítica, dado su alto riesgo de siniestros, y por lo tanto requiere medidas urgentes para mitigar la accidentalidad.

Por otro lado, los subtramos que van desde Colonia Benítez hasta Margarita Belén y desde Margarita Belén hasta la rotonda (11-90) presentan índices de peligrosidad inferiores al promedio provincial lo que sugiere que estos sectores son relativamente más seguros en comparación con otros tramos de la provincia.

2.3 CONCLUSIONES DE LA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

Para obtener un diagnóstico integral de la seguridad vial en el tramo evaluado, se ha llevado a cabo un análisis en conjunto de la seguridad nominal con la seguridad sustantiva. Esta integración permite establecer un panorama detallado de los factores de riesgo presentes en la ruta, establecer un orden de prioridades para la intervención y formular recomendaciones concretas para su mitigación.

El análisis de seguridad sustantiva desarrollado permite cuantificar la siniestralidad vial y caracterizar en detalle la tipología y severidad de los accidentes registrados. Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es la identificación de un Tramo de Alta Concentración de Accidentes (TCA) entre el kilómetro 1010 y Colonia Benítez, el cual presenta el mayor índice de peligrosidad dentro del corredor. Esta condición lo convierte en un sector prioritario dentro del análisis, dado que en esta sección los siniestros ocurren con mayor frecuencia.

Desde el punto de vista de la seguridad nominal, se identifican diversas deficiencias geométricas en el tramo. Entre ellas, se destacan el ancho insuficiente de la calzada, el tipo de las banquinas, la deficiente administración de accesos y la elevada pendiente de los taludes. Estas condiciones generan un entorno propenso a incidentes viales, comprometiendo tanto la seguridad como la fluidez del tránsito. Estos riesgos potenciales de accidentes se confirman en los registros de siniestralidad.

El ancho de la calzada es insuficiente para la velocidad directriz del tramo, lo que limita el margen de maniobra a las velocidades de operación. Además, las banquinas, al no estar pavimentadas y presentar desniveles pronunciados respecto a la calzada, dificultan la estabilidad de los vehículos. En caso de una salida involuntaria de la vía, estas condiciones favorecen la ejecución de maniobras bruscas para reincorporarse, incrementando el riesgo de colisiones frontales o roces laterales. Esta problemática se refleja en el análisis de la tipología de accidentes en calzada, donde se registra una alta incidencia de estos eventos.

Por otro lado, la elevada pendiente de los taludes representa otro factor de riesgo significativo. En caso de que un vehículo se desvíe del carril, las condiciones del terreno dificultan su reincorporación segura, lo que con frecuencia deriva en salidas de calzada con vuelco o colisiones contra objetos fijos.

Las deficiencias geométricas mencionadas anteriormente, representan los principales riesgos potenciales dentro del tramo. Según estudios de la Academia Nacional de Ingeniería, los choques frontales y las salidas de calzada representan el 90% de los siniestros con desenlace fatal. Por esta razón, resulta fundamental la implementación de medidas correctivas que mitiguen estos riesgos y optimicen la seguridad del corredor.

Además, el tramo presenta una alta concentración de accesos a propiedades frentistas, especialmente en el primer sector del recorrido. A esto se suman ingresos a industrias, estaciones de servicio y localidades, así como la presencia de puentes angostos y paradas de transporte público. Estas condiciones generan variaciones constantes en la velocidad de operación, afectando la fluidez del tránsito y aumentando la probabilidad de choques laterales y colisiones

por alcance, los cuales representan una proporción significativa dentro de la tipología de accidentes analizada.

En cuanto a la dinámica del tránsito, el corredor conecta las localidades de Colonia Benítez y Margarita Belén, que actúan como una extensión de la zona metropolitana. Como resultado, el tramo presenta un flujo interurbano considerable, con una composición vehicular con un elevado porcentaje de motocicletas y ciclistas que en el diseño de la ruta no fueron contemplados, y, además, la coexistencia de distintos tipos de usuarios en la vía demanda un mayor nivel de atención por parte de los conductores, lo que incrementa la fatiga y, en consecuencia, el riesgo de siniestros. Esta problemática se torna especialmente crítica en el primer tramo, donde el análisis de accidentes evidencia una mayor incidencia de siniestros con la participación de usuarios vulnerables. Asimismo, el nivel de servicio del corredor se clasifica como tipo C, lo que indica que la fluidez del tránsito comienza a verse comprometida. Si se evaluara exclusivamente el primer tramo, es probable que el nivel de servicio fuese aún más bajo debido a la elevada densidad de accesos y la diversidad de usuarios en circulación. Estos aspectos refuerzan la necesidad de implementar estrategias de mitigación que optimicen la seguridad vial y mejoren la operatividad del tramo analizado.

3. RECOMENDACIONES DE SOLUCIONES

- **Enfoque de Seguridad Vial Sostenible: Fundamento de las recomendaciones.**

Para establecer las recomendaciones de las soluciones en el tramo analizado se tienen en cuenta los lineamientos establecidos en la Guía de Auditoría de Seguridad Vial de Argentina, la cual toma como referencia las directrices del Programa de Introducción de la Seguridad Sostenible desarrollado en los Países Bajos. Este enfoque tiene como objetivo fundamental minimizar los riesgos inherentes a la movilidad, promoviendo el diseño e implementación de carreteras seguras y sostenibles, capaces de reducir la siniestralidad mediante principios de planificación y construcción alineados con el comportamiento esperado de los usuarios.

Los principios fundamentales de la Seguridad Vial Sostenible, que permiten analizar la infraestructura vial en función de su capacidad para prevenir y mitigar los efectos de incidentes viales son los siguientes:

- **Consistencia del Diseño Geométrico**

La seguridad vial depende en gran medida de la homogeneidad en el diseño geométrico de la carretera, ya que las variaciones bruscas en las características del trazado pueden generar cambios inesperados en la velocidad y en las maniobras de los conductores comprometiendo la seguridad vial.

- **Carreteras Autoexplicativas**

El concepto de carreteras autoexplicativas se basa en la idea de que el diseño vial debe proporcionar a los usuarios información clara e intuitiva sobre el tipo de vía en la que circulan y las acciones que deben adoptar para transitar de manera segura. Una infraestructura que se percibe de manera clara y predecible contribuye a reducir la incertidumbre en la toma de decisiones de los conductores y mejorar la seguridad en la vía.

- **Carreteras que Perdonan**

El enfoque de carreteras que perdonan introduce un cambio de paradigma en la planificación y construcción de infraestructura vial, priorizando la seguridad del usuario por encima de la eficiencia vehicular. Se parte de la premisa de que el error humano es inevitable, pero su impacto puede minimizarse mediante un diseño que reduzca la gravedad de los siniestros.

- **Evaluación Preliminar y Fundamento de Medidas Correctivas**

Teniendo en cuenta los principios de seguridad vial mencionados, la metodología aplicada en la auditoría adquiere un valor estratégico al permitir establecer un orden jerárquico en las soluciones propuestas. Este enfoque prioriza las intervenciones con mayor impacto en la reducción del riesgo, enfocándose en los puntos más críticos y en la protección de todos los usuarios.

En este contexto, el equipo auditor se enfoca en proporcionar un diagnóstico claro y estructurado, estableciendo una jerarquización de las recomendaciones según el nivel de riesgo detectado para permitir al destinatario del informe priorizar las intervenciones necesarias abordando la problemática desde una perspectiva global.

Por lo tanto, el planteo de las recomendaciones para las soluciones no solo aborda las deficiencias del tramo desde el punto de vista de la seguridad nominal, es decir, el cumplimiento de los aspectos normativos, sino que también se contrasta con la seguridad sustantiva, basada en la evidencia de siniestros viales tomando como base el análisis previo realizado en la auditoría, en el cual, a partir de la evaluación de las evidencias recopiladas en el trabajo de campo se identificaron los factores de riesgo reales o potenciales. Este proceso incluye además la estimación de la gravedad de los siniestros más probables y su contraste con los registros de accidentes en el tramo de estudio. De esta manera, esta metodología se garantiza que las propuestas no solo respondan a estándares técnicos, sino que también atiendan los factores de riesgo reales detectados en la vía.

Las recomendaciones formuladas se presentan como directrices generales y razonables, sin precisar detalles técnicos que deben ser consideradas como un punto de partida sobre las soluciones a implementar. La función del equipo auditor radica en identificar deficiencias y riesgos potenciales, pero no en rediseñar el proyecto, ya que dicha responsabilidad corresponde al proyectista, quien posee un conocimiento integral de las restricciones y posibilidades de modificación.

Es importante mencionar la existencia de un proyecto que contempla la construcción de una autovía a lo largo de todo el tramo, por lo que se recomienda que las soluciones designadas por el proyectista tengan un enfoque de mejoras escalonadas en el tiempo hasta llegar a concretar con el proyecto definitivo. Se considera que es posible optimizar las condiciones de seguridad vial mediante intervenciones de menor escala y costo, las cuales, además de reducir el riesgo en el corto plazo, se busca que puedan sentar las bases para la futura materialización del proyecto de autovía. De este modo, la infraestructura podrá adaptarse progresivamente a las necesidades actuales y a las futuras demandas de movilidad.

- **Recomendaciones finales y alternativas de mejoras:**
- **CALZADA**

El estado del pavimento constituye el indicador más perceptible por el usuario y representa un factor crítico en términos de seguridad vial, dado que las deficiencias en su condición funcional son responsables de la mayoría de los inconvenientes que comprometen la comodidad, la operatividad y la seguridad en la circulación vehicular, siendo los principales indicadores representativos de la condición superficial del pavimento la fricción y la rugosidad del mismo.

- Repavimentación

En el proceso de toma de decisiones para la intervención estructural de una calzada, los valores obtenidos a partir del Índice de Estado y el Índice de Serviciabilidad constituyen herramientas clave para evaluar la necesidad y la oportunidad de realizar una repavimentación.

En el tramo analizado, los valores obtenidos del Índice de Estado y del Índice de Serviciabilidad se encuentran dentro del rango que caracteriza a una calzada en condiciones regulares, lo cual indica la presencia de deterioros incipientes o generalizados que, si bien aún no afectan gravemente la funcionalidad estructural o la seguridad, anticipan una progresiva degradación del pavimento en el corto o mediano plazo.

Se recomienda desde un enfoque de gestión vial proactiva, este escenario justifica la ejecución de trabajos de repavimentación como medida preventiva o correctiva ligera, con el objetivo de detener el avance del deterioro, evitar intervenciones más costosas a futuro, y restaurar los niveles adecuados de confort y seguridad para los usuarios. Además, actuar en esta etapa permite preservar la estructura existente, prolongar la vida útil del pavimento y optimizar el uso de los recursos disponibles dentro del plan de mantenimiento vial.

- Ensanche de Calzada

Una de las intervenciones prioritarias en el tramo en estudio es el ensanche de la calzada, llevando el ancho de cada carril a 3,65 metros, resultando en un ancho total de 7,30 metros de calzada. Ver perfil transversal (Anexo 2). Esta obra es fundamental para garantizar condiciones seguras de circulación acordes a las velocidades señalizadas (110 km/h).

Con el propósito de incrementar la capacidad estructural del paquete vial, se recomienda adoptar las especificaciones técnicas contenidas en los instructivos normativos referenciados en la tabla siguiente. Sin embargo, es importante destacar que estos valores tienen carácter orientativo y, por lo tanto, deben ser validados mediante un estudio de diseño específico, considerando las condiciones particulares del tramo en cuanto a tipo de suelo, cargas de tránsito previstas, régimen hídrico y demás variables de influencia. Solo a partir de este análisis detallado puede garantizarse una intervención técnicamente adecuada y sostenida en el tiempo.

Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de paquete estructural del pavimento. (Fuente: Elaboración Propia).

Capa	Material	Espesor aproximado
Carpeta asfáltica	Mezcla asfáltica en caliente	3 a 6 cm
Base granular	Granular triturado (tosca, piedra partida)	15 a 20 cm
Sub-base	Arena estabilizada o suelo seleccionado	15 cm (opcional)
Subrasante	Suelo compactado ($CBR \geq 8\%$)	Compactación al 95% del Proctor estándar
Nota: En caso de que no colocar Sub-base, la base tendrá mayor espesor (20 cm)		

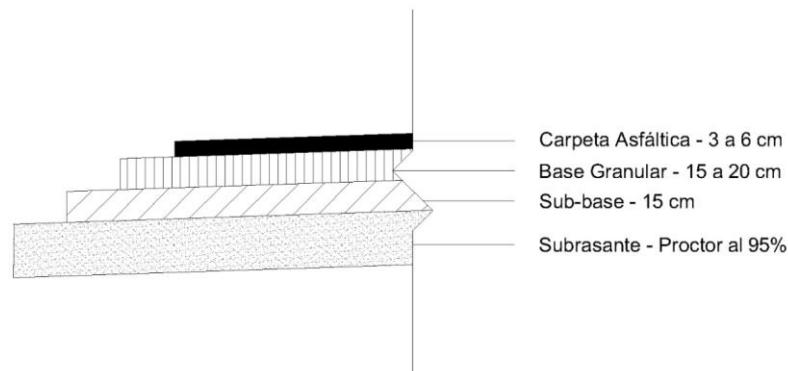


Figura 3.1. Paquete estructural (Fuente: Elaboración propia).

El ensanche de la calzada contribuye a una circulación más segura y fluida, mejorando sustancialmente las condiciones para los usuarios, especialmente en contextos de alta velocidad.

Entre los principales beneficios se destacan una mayor estabilidad vehicular incrementando la seguridad en las maniobras de adelantamiento, al disminuir situaciones de riesgo asociadas a carriles angostos o espacios insuficientes. Además, esta intervención mejora significativamente la maniobrabilidad de vehículos pesados y de gran porte, como camiones o maquinarias agrícolas, facilitando su circulación.

- ADECUACIÓN DE LA ZONA DESPEJADA

En el marco del enfoque de carreteras que perdonan la gestión y conservación de márgenes seguros constituye un componente esencial, ya que permite que, ante una salida de vía, el vehículo tenga un espacio suficiente para detenerse o reincorporarse al carril de forma controlada, disminuyendo significativamente la probabilidad de colisiones con elementos rígidos.

El manual de diseño vial seguro menciona que salvo señales del tránsito y obras de la estructura vial, todos los demás carteles, luces, obras y leyendas deberán estar fuera de la zona de despejada, por lo que se recomienda la limpieza y adecuación de las zonas laterales del tramo en estudio, especialmente en el tramo comprendido hasta la localidad de Margarita Belén, donde se observa una mayor presencia de invasiones de la zona despejada, la cual, según la normativa vigente, debe contar con un ancho mínimo de 10 metros.

En el tramo de ruta auditado se observa la presencia dentro de la zona despejada, los siguientes obstáculos:

- Postes de alumbrado, señales o carteles mal ubicados o sin sistemas de colapso.
- Árboles u otros elementos rígidos situados muy cerca de la calzada.
- Cunetas profundas o taludes con pendientes excesivas.
- Obras de arte (alcantarillas, cabezales, defensas) sin protección adecuada.
- Estructuras fijas que carecen de señalización o amortiguación apropiada.
- Instalación de publicidad al borde de rutas rurales, es un elemento de distracción para los conductores, que dejan de prestar atención temporalmente al tráfico y a las características de la vía.

Para el tratamiento de estos objetos peligrosos como primera instancia lo que se recomienda desde el punto de vista de la seguridad vial es realizar lo siguiente:

- Eliminarlos o Reubicarlos a un sitio en donde sea menos probable un impacto
- Reducir la severidad del choque mediante el uso de un aparato frangible o redirigir el vehículo errante mediante una barrera longitudinal y/o amortiguadores de impacto, instalados en los casos en que el choque contra el obstáculo sea más peligroso que el choque contra la barrera y/o amortiguador.
- Delinear o Señalar el obstáculo si las alternativas anteriores no son apropiadas, o como medida transitoria para alertar al conductor de la existencia del peligro.

El objetivo de estas acciones es garantizar una zona lateral segura, de manera que, ante una salida involuntaria del carril, los vehículos puedan detenerse o recuperar el control sin colisionar con obstáculos rígidos. Un concepto fundamental es que los caminos deben ser diseñados para minimizar o eliminar los peligros de forma tal de que sea innecesaria la instalación de barreras.

Estos trabajos de limpieza se recomiendan ejecutarse en conjunto con el ensanche de la calzada, ya que ambas intervenciones están directamente vinculadas con la mejora de la seguridad vial y la adecuación geométrica del camino para poder optimizar recursos y tiempos de obra.

- BANQUINAS

Se recomienda la pavimentación como una solución efectiva para mejorar la transitabilidad, reducir el riesgo de accidentes y garantizar condiciones seguras para todos los usuarios de la vía.

Sobre la base de la experiencia de la norma de DNV se sugiere adoptar los anchos indicados en la Tabla 3.22. Dado que la carretera en estudio es de tipo II, con una velocidad directriz de 110 km/h, según la misma se proyectaría 1 metro de pavimento y 2 metros sin pavimentar, sumando un total de 3 metros, pero debido al alto volumen de tránsito, la norma recomienda establecer una banquina pavimentada de 3 metros a cada lado en todos los caminos, debido a que el costo adicional para la construcción y mantenimiento lo justifica.

Normalmente, en las banquinas pavimentadas la pendiente transversal es mayor o igual a la de los carriles básicos, por ende, se sugiere tomar la misma pendiente que la del carril, para evitar en el quiebre calzada-banquina diferencias algebraicas de pendiente muy pronunciadas. Además de finalizar los pavimentos asfálticos con un borde biselado a 45°, conocido como Safety Edge, una de las contramedidas más eficaces según la FHWA.

Considerando las condiciones iniciales de las mismas:

- Ancho de banquina: 3 metros.
- Pendiente transversal: igual a la calzada (3% a 5%).
- Tipo de suelo: suelo empastado.
- Tránsito: liviano (motos, bicicletas)
- Drenaje: natural por pendiente transversal

A continuación, se detallan los pasos principales que se deben tener en cuenta a la hora de pavimentar la banquina del tramo en estudio:

1. Diseño estructural: Una estructura típica recomendada podría ser la misma que la de la calzada.
2. Preparación del terreno:
 - a) Limpieza y despeje: Retirar vegetación, piedras, residuos y capas sueltas del terreno existente.
 - b) Apertura de caja: Excavar y nivelar el terreno natural para permitir la colocación de las capas estructurales. Asegurar el desnivel adecuado para mantener la pendiente transversal de 3% a 5%.
 - c) Compactación de la subsaante: Evaluar la calidad del suelo: si el CBR es bajo, mejorar con cal o estabilizante. Compactar al 95% del Proctor estándar mínimo. Realizar ensayos de densidad in situ para asegurar cumplimiento.
3. Construcción de las capas estructurales
 - a) Sub-base (si se incluye): El material recomendado sería arena estabilizada con cal o cemento, suelo seleccionado, un espesor de 15 centímetros, compactación por capas de 15 cm como máximo y finalizar con nivelación y control de pendientes.
 - b) Base granular: Material tosca compactada, piedra partida 0-20 mm, escoria o similar, un espesor de 15 a 20 centímetros según la presencia o no de sub-base respectivamente, compactación al 100% del Proctor modificado (ideal), finalizando con un control de espesores, pendiente y densidad.
 - c) Riego de imprimación: Imprimación asfáltica (tipo MC-30 o similar) para lograr adherencia con la carpeta, esperar el curado según las condiciones climáticas.
 - d) Carpeta asfáltica: El material recomendado es una mezcla en caliente tipo AC-20 o AC-30, un espesor de 4 centímetros compactado con rodillo vibratorio y asegurar buen contacto con la calzada principal (bordes integrados).
4. Señalización y seguridad: Por último y no menos importante, se debe realizar la pintura de borde en línea blanca continua.

- COLECTORAS

Actualmente, el tramo en estudio presenta numerosos accesos directos desde propiedades frentistas o caminos secundarios, sin contar con colectoras que canalicen estos movimientos de forma segura. En función de ello, se propone la construcción de colectoras paralelas a ambos lados de la ruta principal, destinadas a segregar el tránsito local del interurbano y mejorar las condiciones de circulación y seguridad vial.

En cuanto a los aspectos geométricos, se sugiere la siguiente configuración:

- Ancho propuesto: 7,34 m (incluye dos carriles más cordones integrados).
- Pendiente transversal: 2 %, en bombeo, para facilitar el escurrimiento superficial hacia los laterales.

- Radio mínimo de giro en accesos: se recomienda no inferior a 12 m, para permitir maniobras seguras de vehículos de transporte escolar y colectivos.
- Longitud estimada: aproximadamente 15 km por lado, desde la conexión con las colectoras existentes en la autovía previa hasta la localidad de Margarita Belén.

La recomendación puede observarse en forma esquemática en el plano n.^o 2 del anexo.

Respecto a la estructura del pavimento, se recomienda la adopción de un paquete rígido, adecuado para tránsito local con características interurbanas. El mismo podría estar compuesto por:

1. Losa de Hormigón Simple
2. Base Granular Estabilizada con Cemento
3. Sub-base Granular
4. Subrasante

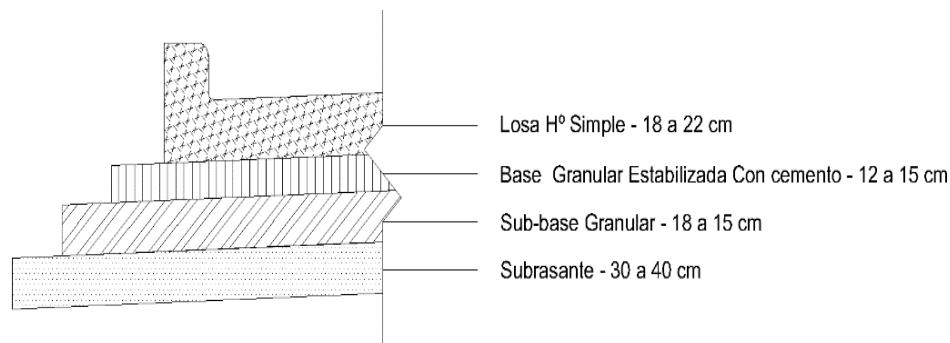


Figura 3.2. Paquete estructural pavimento rígido tipo. (Fuente: Elaboración propia).

El proceso constructivo sugerido para la ejecución de estas colectoras incluiría las siguientes etapas:

1. Desmonte, limpieza y preparación del terreno natural.
2. Nivelación y compactación de la subrasante.
3. Ejecución de la sub-base granular y base estabilizada.
4. Colocación de moldes laterales (cordones) y disposición de juntas.
5. Vertido y nivelación del hormigón, seguido de su curado adecuado.
6. Habilitación al tránsito una vez alcanzada la resistencia mínima requerida (se sugiere 20 MPa como referencia).

En relación con otros aspectos técnicos que deberán contemplarse durante el diseño y la ejecución, se destacan:

- Drenaje superficial: Se recomienda la ejecución de cunetas o canaletas laterales, junto con alcantarillas transversales ubicadas cada 250 a 400 m, adaptadas a las condiciones del terreno.

- Evaluación hidráulica: Será necesario llevar a cabo un estudio específico para definir el dimensionamiento y disposición de los desagües, considerando la topografía y los caudales esperados.
- Accesos y retornos: Es recomendable prever radios de giro adecuados en intersecciones, y tramos de ingreso/salida a nivel.
- Señalización y seguridad vial: Durante la ejecución, se deberán implementar medidas de señalización clara y visible, en especial en los cruces y zonas de interferencia con tránsito existente.
- Desagües transversales: Donde sea necesario, se sugiere incluir tubos de hormigón o PEAD en cruces de escurrimiento, con cabezales de protección.

La incorporación de colectoras permitiría canalizar el tránsito de baja velocidad y reordenar los accesos, reduciendo la cantidad de puntos de conflicto sobre la calzada principal. Además, la separación de flujos entre tránsito pasante y local contribuiría a mejorar la seguridad vial, disminuir colisiones laterales y generar una circulación más predecible.

Estas recomendaciones técnicas deberán ser validadas y ajustadas durante la etapa de proyecto ejecutivo, en función de los estudios de suelo, hidrología, demanda vehicular y disponibilidad de materiales en la zona.

- PUENTES

En el marco de la auditoría realizada, se considera fundamental evaluar integralmente la funcionalidad y seguridad de los puentes existentes en el tramo en estudio. Teniendo en cuenta que muchos de ellos no contemplan banquinas pavimentadas y presentan un ancho de calzada insuficiente respecto a las condiciones requeridas por el perfil transversal tipo establecido por Vialidad Nacional (Figura 3.3), se recomienda realizar un análisis técnico-económico que permita determinar la alternativa más adecuada de intervención.

Dicho análisis deberá contemplar dos posibles líneas de acción: por un lado, la demolición y reconstrucción completa de las estructuras, adaptándolas a los requerimientos actuales en cuanto a ancho de calzada y banquinas pavimentadas; y por otro, la posibilidad de ejecutar obras de ensanche y construcción de banquinas pavimentadas sin necesidad de demoler las estructuras existentes, siempre que las condiciones estructurales lo permitan.

En este sentido, se considera necesario llevar a cabo una evaluación detallada del estado de las pilas y fundaciones de los puentes, a fin de verificar su integridad estructural y su capacidad de carga frente a las condiciones actuales y proyectadas de tránsito. Esta evaluación resulta clave para definir la viabilidad técnica de conservar o intervenir parcialmente las estructuras existentes, minimizando riesgos asociados a fallas estructurales.

Asimismo, se recomienda realizar tareas de limpieza y desobstrucción tanto en los sistemas de drenaje de los puentes como en los cauces de los ríos y arroyos que atraviesan. La acumulación de sedimentos, residuos u obstrucciones vegetales puede comprometer el escurrimiento, generar socavaciones en las fundaciones y reducir la capacidad hidráulica de las estructuras, lo que incrementa significativamente el riesgo en situaciones de crecida.

Adicionalmente, se ha detectado una falta de continuidad entre las barreras rígidas instaladas sobre los tableros de los puentes y las barreras semirrígidas presentes en sus accesos. La experiencia y los ensayos de choque han demostrado que este tipo de configuración puede generar consecuencias catastróficas, al permitir que el vehículo se enganche en el extremo expuesto de la barrera rígida del puente.

Para una correcta transición entre ambas, se recomienda incorporar una sección de transición diseñada con rigidez progresiva. Esta configuración permite distribuir las cargas del impacto de forma gradual, evitando efectos indeseados como el embolsamiento, el enganche o la penetración del vehículo, lo que podría derivar en un choque frontal contra el elemento más rígido del sistema.

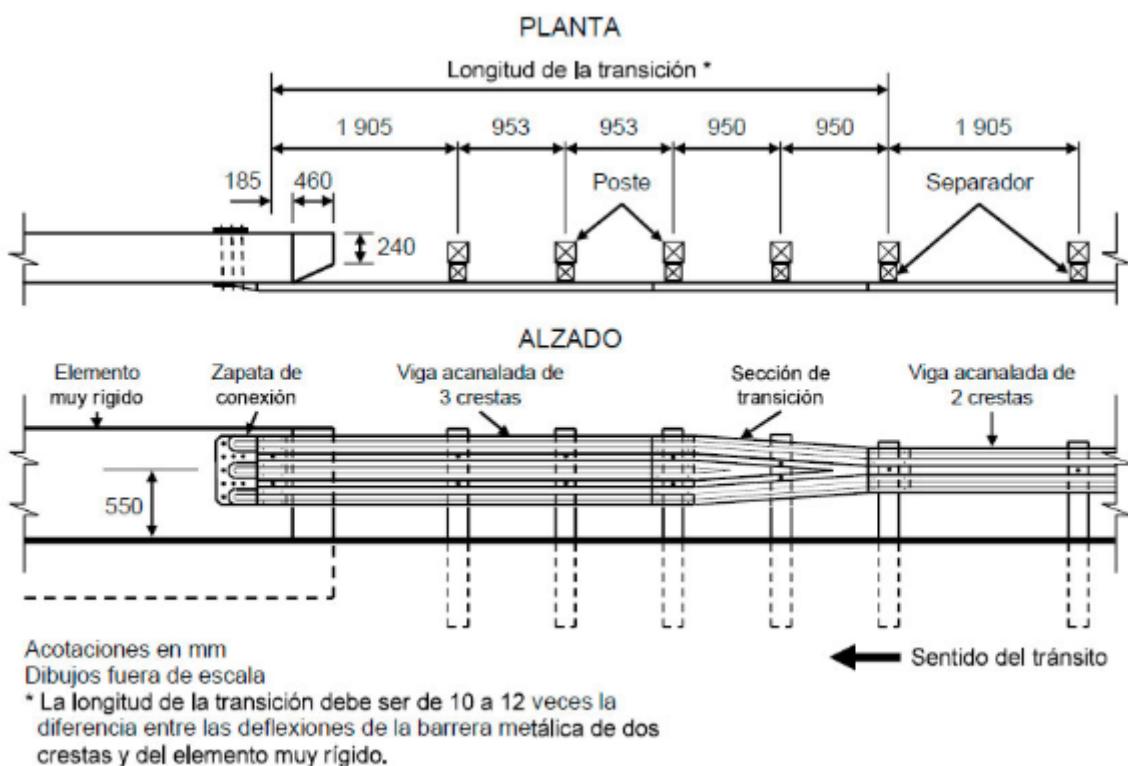


Figura 3.3. Anclaje de barrera flexible en barrera rígida de puente. (Fuente: ManufacturasCarmen).



Fotografía 3.1. Empalme de barrera rígida con barrera semirrigida. (Fuente: ManufacturasCarmen)

Sumado a esto, los extremos de las vigas-W presentan un diseño tipo "cola de pez". Esta disposición es inadecuada, ya que, en caso de impacto, tiende a empotrarse en el vehículo, aumentando significativamente la severidad del siniestro.

Por todo lo expuesto se recomienda incorporar barandas de contención que cumplan con las normativas ya que los extremos de las barreras de seguridad no deben representar un riesgo adicional en caso de colisión. Una solución efectiva y económicamente viable es abatir el extremo de la barrera hacia el suelo y anclarlo, separándolo de la calzada. Alternativamente, la normativa estadounidense contempla el uso de amortiguadores de impacto colocados antes del extremo tipo "cola de pez", un sistema eficaz, pero con un costo significativamente mayor.

También, se sugiere garantizar una correcta iluminación en los accesos y dentro del puente. Estas acciones contribuirán significativamente a mejorar la seguridad vial, tanto para el tránsito vehicular como para usuarios vulnerables, en el marco de una infraestructura más segura y eficiente.

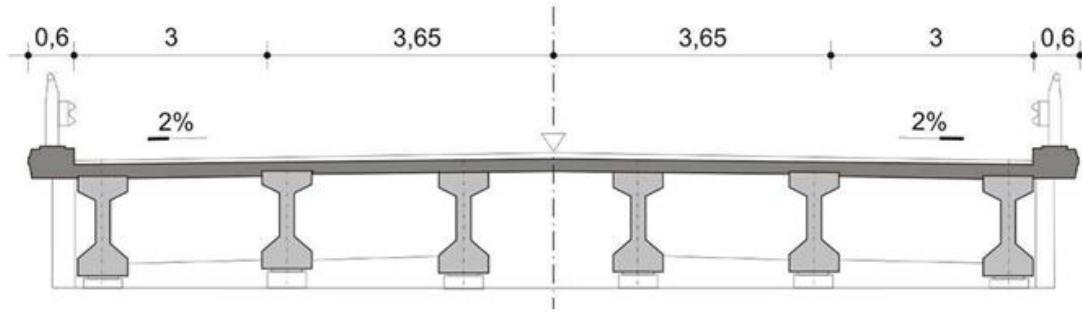


Figura 3.4. Perfil transversal tipo de puentes. (Fuente: C3, Norma DNV).

En caso de que la solución más optima sea la demolición de los puentes existentes y construcción de puentes nuevos, siguiendo el perfil tipo recomendado por DNV, el paquete estructural recomendado (estructura superior o tablero del puente+ losa de aproximación) sería el de tabla 3.2.

Tabla 3.2. Especificaciones técnicas de paquete estructural recomendado. (Fuente: Elaboración Propia).

Elemento	Descripción Técnica
1. Capa de rodadura	Hormigón asfáltico modificado o mezcla SMA. Espesor: 4–5 cm.
2. Base impermeabilizante	Membrana asfáltica o imprimación bituminosa sobre la losa para evitar filtraciones.
3. Losa del tablero	Hormigón armado o pretensado. Espesor: 18–25 cm. Acero con recubrimiento anticorrosivo si es necesario.
4. Apoyos	Neoprenos armados o apoyos tipo "pot", según carga y longitud del puente.
5. Juntas de dilatación	Juntas modulares o de compresión, selladas, resistentes al ingreso de agua y residuos.
6. Losa de aproximación	Hormigón armado H-30/H-35. Espesor: 20–25 cm. Longitud: 4–6 m. Apoyada sobre base granular cementada. Mismo acabado superficial que el tablero para continuidad.

- ALCANTARILLAS

Como consecuencia del ensanche de calzada, se debe ampliar la longitud de las alcantarillas transversales que pasan por debajo de la misma, asimismo las defensas de las mismas deben estar fuerza de la zona despejada (la solución de esto último se detalla en el apartado “Sistemas de contención”).

En cuanto a la amplitud de las mismas se detalla a continuación el procedimiento general:

1- Relevamiento y evaluación previa:

- Tipo: El tipo de alcantarilla se identificó como 0-41211-I, son del tipo Cajón (box culvert) de hormigón.
- Evaluación estructural: Su estado actual es apto para extenderlo, sin necesidad de reemplazo ya que el drenaje no presenta problemáticas en todo el tramo.

- Relevamiento topográfico e hidráulico: Al momento de realizar las soluciones se debe obtener pendientes, cotas de entrada y salida, nivel freático y caudal que debe conducir.

2- Diseño de la extensión

- Longitud a extender: se define en función del nuevo ancho de calzada y banquinas, considerando la necesidad de taludes estables. En este caso según las soluciones propuestas, el nuevo ancho de calzada es de 7,3 metros y la pendiente de los taludes será de 1:6.
- Compatibilidad estructural e hidráulica: el tramo a incorporar debe tener características hidráulicas y estructurales equivalentes a la parte existente.
- Materiales: se recomienda usar el mismo tipo de material de la alcantarilla existente para garantizar continuidad y evitar fallas en las uniones.

3- Ejecución de la obra

a) Preparación del sitio

- Señalización y desvío del tránsito si es necesario.
- Limpieza y desobstrucción de la alcantarilla existente.
- Excavación controlada en la zona de prolongación.

b) Instalación de la extensión

- Colocación de los nuevos módulos (caños, secciones prefabricadas o moldes in situ).
- Unión estructural e hidráulica entre el tramo nuevo y el existente (juntas selladas, anclajes, refuerzos, etc.).
- Asegurar una pendiente continua sin puntos de retención o pérdidas.

c) Relleno y compactación

- Colocación de material granular seleccionado en capas.
- Compactación adecuada en todo el entorno de la alcantarilla (especial atención en los laterales y sobre ella).
- Protección de bocas con alas o cabezales para estabilizar taludes y evitar erosión.

4- Verificación final

- Pruebas de escrimento.
- Verificación visual de juntas, alineación, y estabilidad.
- Control de compactación en rellenos.

5- Consideraciones adicionales:

- En zonas con flujo de agua permanente, se pueden usar bypass temporales (canaletas laterales o bombas) durante la obra.



Fotografía 3.2. Alcantarilla tipo box de hormigón. (Fuente: BIM CIVIL).

- TALUDES

Se recomienda intervenir sobre los taludes existentes con el objetivo de optimizar tanto la seguridad técnica como la percepción psicológica de los usuarios.

En cuanto a materiales, la construcción de nuevos taludes o la reconfiguración de los existentes debería realizarse preferentemente con suelos del mismo sitio (material de préstamo o de excavación), priorizando aquellos que presenten buena compacidad y estabilidad. En caso de no contar con materiales adecuados, podría evaluarse su traslado desde otras zonas o bien la aplicación de procesos de estabilización.

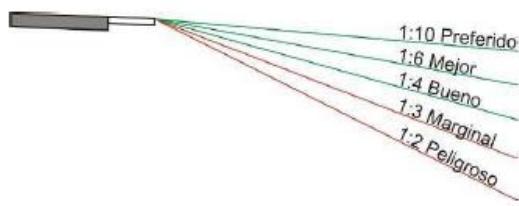
Respecto a las dimensiones, el talud lateral se proyecta con una inclinación de 1:6. Esto representa una mejora significativa respecto a los taludes originales, cuya pendiente varía entre 1:2 y 1:4, de forma irregular y menos favorable desde el punto de vista de la seguridad.

El proceso constructivo, en caso de ejecutarse, debería contemplar al menos las siguientes etapas:

1. Desbroce y limpieza del terreno natural.
2. Replanteo del talud conforme al diseño proyectado.
3. Corte y/o relleno del terreno, según corresponda, para generar la inclinación deseada.
4. Compactación por capas sucesivas, especialmente en caso de terraplén.
5. Estabilización y protección superficial mediante sembrado, hidrosiembra o mantas.

Aunque el tramo no ha presentado históricamente problemas hidráulicos, sería fundamental prever un adecuado sistema de drenaje para evitar acumulaciones de agua que puedan desestabilizar el talud. También debería contemplarse el control de la erosión superficial y una adecuada señalización o delimitación temporal durante la ejecución de obras, en caso de concretarse.

Tabla 3.3. Clasificación de las condiciones de seguridad de taludes. (Fuente: C3, Normas DNV).



Taludes	Clasificación
1:2 (50%)	Peligrosas
1:3 (33%)	Marginales
1:4 (25%)	Buenas
1:6 (17%)	Mejores
1:10 (10%)	Preferidas

Desde una perspectiva funcional y de seguridad vial, se considera que taludes con pendientes de 1:4 son traspasables, pero no recuperables: un vehículo que abandona la calzada difícilmente puede volver a ella sin perder el control. En cambio, al adoptar una pendiente de 1:6, se incrementa significativamente la posibilidad de recuperación, reduciendo así el riesgo de accidentes graves y mejorando la percepción de seguridad por parte de los conductores.

La propuesta puede observarse en forma esquemática en el plano n.^o 2 del anexo.

- INTERSECCIONES

Se recomienda intervenir en las intersecciones existentes sobre la traza principal en los accesos a las localidades de Colonia Benítez y Margarita Belén, donde actualmente se identifican configuraciones del tipo IVa, conforme a la clasificación establecida en el Capítulo C5 del Manual de Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV). Estas configuraciones, si bien funcionales, presentan limitaciones en cuanto a su desempeño operativo y nivel de seguridad, particularmente bajo condiciones de creciente demanda vehicular.

Tipo IV: canalizada, con isletas y carriles auxiliares para giros

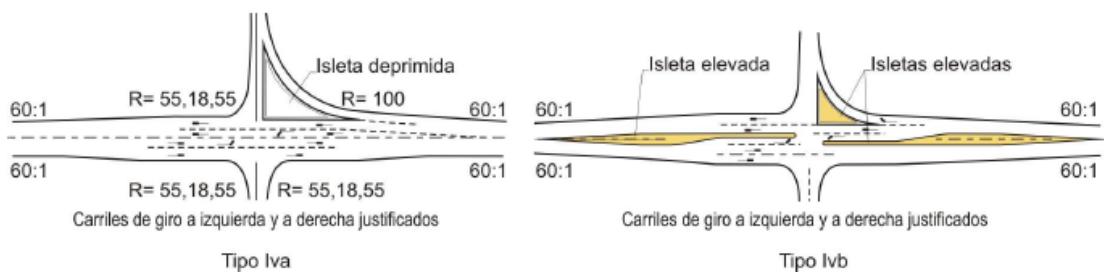


Figura 3.5. Tipos de intersección a nivel en caminos bidireccionales de dos carriles (velocidad directriz ≥ 90 km/h). (Fuente: C5, Normas, DNV).

El objetivo de la intervención es reconfigurar dichos cruces a una tipología IVb, la cual incorpora carriles de espera y mejoras en la canalización de movimientos, reduciendo puntos de conflicto y optimizando la segregación de flujos.

En cuanto a la solución geométrica, se sugiere la siguiente configuración:

- Incorporación de carriles de espera centralizados para giros a la izquierda, sobre la calzada principal, con longitudes mínimas sugeridas de 30 a 50 m, dependiendo del volumen de tránsito y la velocidad directriz ($\geq 90 \text{ km/h}$).
- Incorporación de cuñas de desaceleración y aceleración en caminos secundarios.
- Conservación del emplazamiento actual de los accesos, pero con ajustes geométricos localizados para suavizar radios de giro y mejorar la alineación de los ramales de ingreso/egreso.
- Radio mínimo de giro recomendado: $\geq 15 \text{ m}$, para garantizar la operatividad de unidades de transporte pesado y colectivos urbanos.

En lo que respecta a las condiciones de seguridad vial y visibilidad, se recomienda lo siguiente:

- Despeje completo de los triángulos de visibilidad. Eliminación de obstáculos visuales, tanto permanentes (vegetación, estructuras) como temporarios (cartelería mal ubicada, señalización provisoria).
- Mejoramiento de la señalización vertical mediante la instalación de carteles tipo "PARE" en caminos secundarios y cartelería anticipatoria, conforme a la clasificación de señales.
- Refuerzo de la señalización horizontal mediante demarcación de ejes, líneas de detención y símbolos en cruces.

Durante la etapa de diseño y ejecución se recomienda contemplare además algunas cuestiones adicionales de importancia:

- Diseño adecuado de la vinculación entre los nuevos carriles y la calzada principal, evitando cambios bruscos en alineamientos horizontales o transiciones angulosas.
- Implementación de señalización temporal de obra con dispositivos retroreflectivos (balizas, conos, carteles provisionales) durante las fases constructivas, priorizando la seguridad de usuarios y trabajadores.
- Revisión estructural del paquete de pavimento en las zonas de cruce, considerando que estos sectores estarán sometidos a mayores esfuerzos por frenado, arranque y giros cerrados.

Finalmente, se sugiere incorporar estas zonas de intersección al esquema general de repavimentación y mejora estructural previsto para el tramo, a fin de garantizar continuidad funcional, uniformidad en el nivel de servicio del rodamiento y durabilidad en sectores críticos.

Un esquema detallado, obtenido de los Manuales de Prácticas Inadecuadas, se presenta a continuación como referencia gráfica. Se recomienda adoptar configuraciones similares a la allí representada, a fin de garantizar una correcta canalización de movimientos y una mejora sustancial en la seguridad y operatividad de las intersecciones.

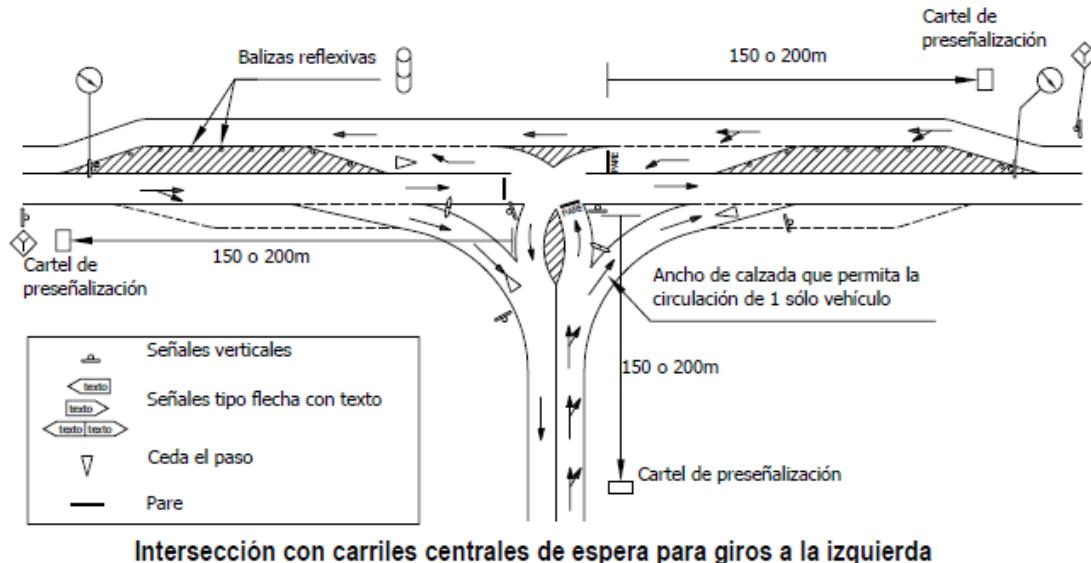


Figura 3.6. Propuesta detallada de intersecciones. (Fuente: Manual de prácticas inadecuadas de seguridad vial, DNV).

- SEÑALIZACIÓN

La señalización vial cumple un rol fundamental en el sistema de seguridad vial, ya que orienta, advierte y regula el comportamiento de los usuarios de la vía. En este marco, se recomienda promover la aplicación del concepto de carreteras autoexplicativas, una visión moderna que plantea que el diseño geométrico, la disposición de elementos viales y la señalización deben trabajar de manera integrada para comunicar intuitivamente al conductor el tipo de vía, su funcionalidad y los comportamientos esperados. Una carretera bien diseñada se "explica por sí misma", minimizando la necesidad de decisiones complejas y reduciendo la posibilidad de errores por parte del usuario.

Durante la auditoría realizada, se ha detectado la necesidad de optimizar tanto la señalización vertical como horizontal en distintos tramos del corredor vial evaluado. Estas deficiencias no solo afectan la legibilidad y comprensión del entorno vial, sino que comprometen la previsibilidad del comportamiento del usuario, aumentando el riesgo de incidentes.

A continuación, se detallan una serie de recomendaciones orientadas a restituir y reforzar la señalización.

- **Reposición de señales faltantes:** Instalar de forma inmediata las señales verticales reglamentarias ausentes, priorizando las de advertencia y regulación en zonas críticas como intersecciones, curvas, accesos y áreas urbanizadas.
- **Mantenimiento de señales existentes:** Realizar la limpieza, reparación o reemplazo de señales deterioradas, inclinadas, oxidadas o con pérdida de reflectancia, garantizando su visibilidad tanto diurna como nocturna.
- **Homogeneidad y coherencia:** Asegurar la coherencia entre la señalización vertical y horizontal para evitar contradicciones y confusión en los usuarios.
- **Monitoreo y mantenimiento periódico:** Establecer un plan de inspección y mantenimiento programado para asegurar la funcionalidad continua del sistema de señalización.

Además, se recomienda la incorporación progresiva de **dispositivos de señalización inteligente**, como medida complementaria a la señalización vertical y horizontal tradicional, para reforzar la percepción del usuario y fomentar comportamientos seguros.

A diferencia de la señalización convencional, los dispositivos inteligentes —como paneles de mensajería variable (PMV), señales LED intermitentes, balizas con sensores, cruces inteligentes y sistemas de advertencia dinámica— ofrecen una comunicación más eficiente, directa y contextualizada con los usuarios, lo que permite anticipar riesgos y modificar comportamientos de manera inmediata.



Fotografía 3.3. Carteles de leyenda variable. (Fuente: buenosaires.gob.ar).

- ILUMINACIÓN

A partir de los resultados obtenidos en el análisis de iluminancia y el estado de conservación de las instalaciones existentes, se sugiere intervenir sobre el sistema de iluminación en sectores críticos del tramo, con el fin de optimizar la visibilidad nocturna, reforzar la seguridad vial y acompañar las modificaciones geométricas previstas.

Las recomendaciones se basan en la incorporación progresiva de luminarias LED de alta eficiencia, que permitan alcanzar los niveles de iluminancia establecidos en la normativa vigente (mínimo 30 lux en intersecciones sin iluminación continua y 40 lux en aquellas con iluminación permanente), mejorar la uniformidad lumínica y reducir el consumo energético.

Altura de montaje: Se recomienda una altura de columna entre 9 y 12 metros, dependiendo de la geometría del sector y del tipo de luminaria utilizada. Esta altura permite un equilibrio adecuado entre cobertura, uniformidad y control del deslumbramiento.

Separación entre columnas: La distancia entre postes puede variar entre 30 y 40 metros para una disposición bilateral alternada (configuración tipo zigzag), lo cual permite cubrir eficientemente el ancho de calzada y sus márgenes, manteniendo la uniformidad luminosa sin generar zonas de sombra.

Disposición de luminarias:

- En sectores como intersecciones o accesos, se recomienda una configuración bilateral simétrica, priorizando la iluminación frontal y lateral de los movimientos vehiculares.
- En zonas de circulación recta, una disposición alternada suele ser suficiente, salvo que se requiera simetría por presencia de colectoras o accesos múltiples.

Tipo de luminaria: Se sugiere el uso de equipos LED.

Encendido: Se recomienda el uso de fotocélulas individuales o centralizadas, o sistemas con telegestión donde sea viable, para activar el encendido en función de la luminosidad ambiental.

Transición luminosa: En sectores donde se pase de zona iluminada a no iluminada (o viceversa), se sugiere una transición gradual para evitar el efecto de deslumbramiento o “ceguera momentánea”. Esto puede lograrse reduciendo progresivamente la intensidad lumínosa o espaciando las luminarias en los extremos del tramo iluminado.

Acceso a Colonia Benítez: Se mantiene el emplazamiento actual de columnas, con recambio de luminarias por unidades LED. No se requiere reconfiguración geométrica del sistema.

Acceso a Margarita Belén: Además del recambio de luminarias, se sugiere incorporar nuevas columnas en la margen opuesta, generando una disposición bilateral simétrica. Esto requiere ejecución de nuevas fundaciones y tendido eléctrico.

Estación de servicio “YPF”: Se sugiere el recambio de luminarias actuales por LED, manteniendo su ubicación y orientación. Se recomienda reforzar la iluminación en áreas de carga, circulación interna y accesos.

Durante la ejecución de obras complementarias (colectoras, accesos), será necesario retirar temporalmente equipos de iluminación. Se deberá prever su reinstalación adaptada a la nueva configuración vial.

El proceso constructivo incluiría:

- Relevamiento estructural de columnas existentes.
- Retiro de luminarias obsoletas.
- Reparación o reemplazo de columnas (si corresponde).
- Instalación de nuevas luminarias LED.
- Tendido de conductores y puesta en marcha.
- Verificación de niveles de iluminancia y ajustes.
- Colocación de barreras de protección en coincidencia con las luminarias.

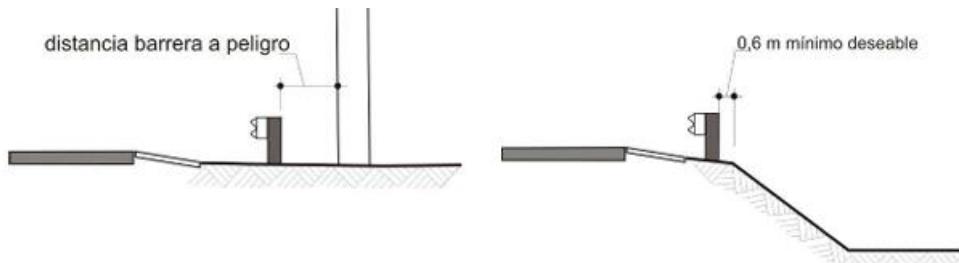


Figura 3.7. Distancia de la barrera al peligro. (Fuente: C3, Normas DNV).



Fotografía 3.4. Solución de protección de columnas. (Fuente: Google).

Estas recomendaciones buscan aportar soluciones técnicamente viables para mejorar la seguridad nocturna en puntos estratégicos del corredor, reduciendo el riesgo de siniestros viales y garantizando una infraestructura eficiente y sostenible.

- SISTEMAS DE CONTENCIÓN

Es fundamental comprender que el impacto contra un sistema de contención sustituye un accidente grave por otro relativamente controlado, con consecuencias previsibles y, en principio, menos severas. Estudios realizados en los EUA determinaron que después de instalar una barrera longitudinal, aun justificada fehacientemente, la gravedad de los accidentes puede disminuir, pero puede aumentar la frecuencia dado el menor espacio disponible para las maniobras para recuperar el control y volver al camino.

Por lo mencionado anteriormente se recomienda instalar elementos de protección, como las barreras metálicas longitudinales luego de realizar una comparación entre el riesgo potencial que existe al chocar contra la barrera y el generado por el objeto peligroso que posee una pobre o nula absorción de energía, y también se debe descartar la posibilidad de la eliminación, reubicación, rediseño del peligro (objeto fijo o condición peligrosa).

Se recomienda priorizar la protección de los objetos taludes, alcantarillas y objetos peligrosos mediante la instalación adecuada de sistemas de contención de vehículos.

- PROTECCIÓN DE TALUDES

Aunque las recomendaciones geométricas para taludes se abordan en un apartado específico, en el que se establecen las pendientes mínimas admisibles conforme a los criterios de estabilidad y seguridad, su aplicación puede verse restringida en campo debido a condicionantes geométricos del entorno o a la optimización de costos vinculados al movimiento de suelos. Ante tales limitaciones, resulta necesario incorporar sistemas de contención, como barreras de seguridad, que garantizan un nivel adecuado de protección lateral y mitiguen los riesgos asociados a taludes con pendientes superiores a las recomendadas.

La altura del terraplén se mide verticalmente desde el borde de banquina hasta el pie del terraplén cuando la pendiente transversal del terreno natural es menor que 5%; si fuera mayor se debe medir hasta el pie de la ladera, fondo de quebrada, curso de agua, etcétera.

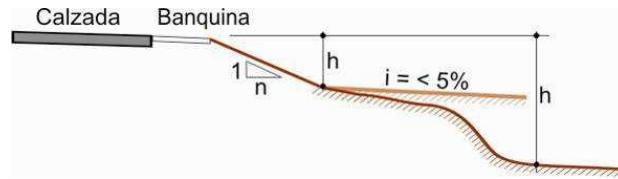


Figura 3.8. Cálculo de la pendiente del talud. (Fuente: Normas DNV)

Para justificar la colocación de las barreras la normativa presenta un ábaco que relaciona la pendiente del talud, la altura del terraplén y la pendiente del terreno.

Los terraplenes con combinaciones de altura y pendiente del talud por debajo de la curva de la figura no justifican el empleo de barreras.

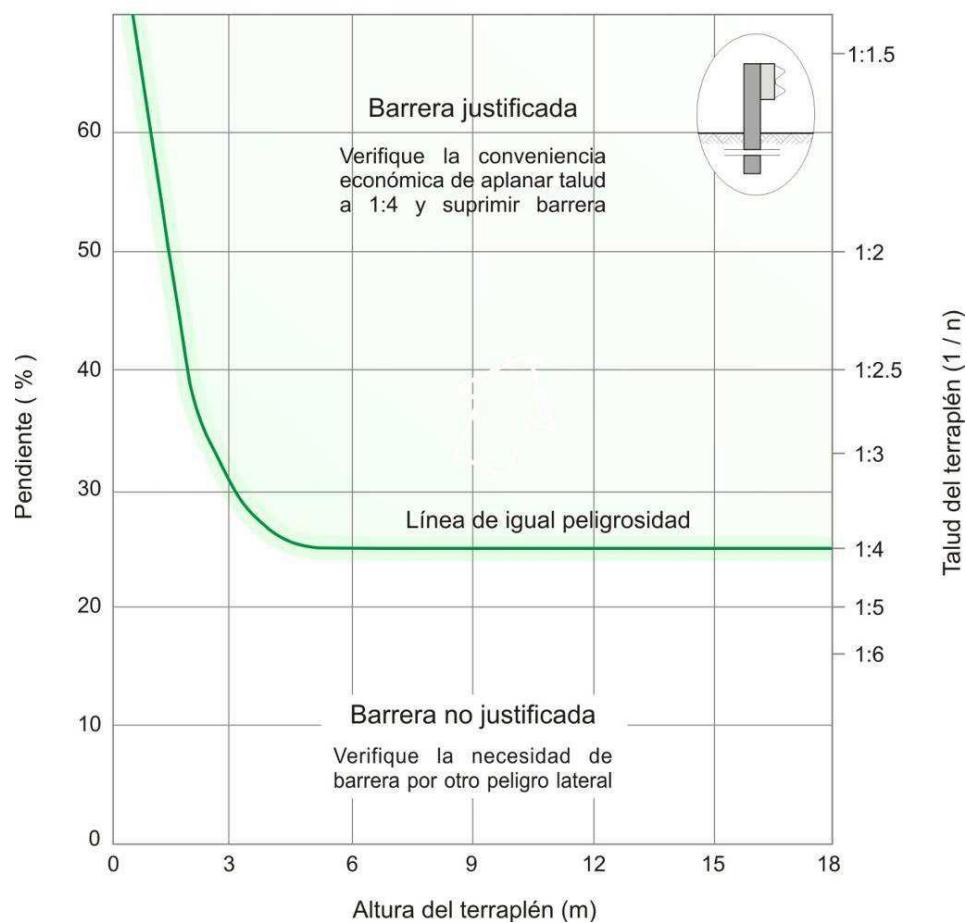


Figura 3.9. Justificación de barrera por configuración peligrosa del terraplén. (Fuente: C7, Norma DNV).

En caso de colocar barrera de protección en los terraplenes, se recomienda que la distancia entre la cara posterior del poste y el inicio del talud (quiebre banquina-talud) debe ser tal que permita un empotramiento adecuado de los postes, garantizando así la resistencia estructural necesaria para el correcto funcionamiento del sistema de contención. Según criterios técnicos mínimos, esta distancia no debe ser inferior a 0,60 metros, a fin de asegurar que los postes puedan absorber y transmitir las cargas del impacto sin comprometer la estabilidad del conjunto.

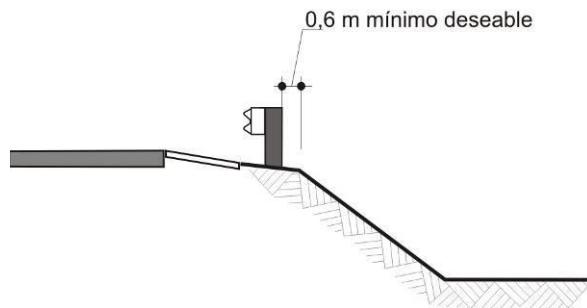


Figura 3.10. Distancia mínima desde barrera a borde de talud. (Fuente: C7, Norma DNV).

- PROTECCIÓN DE ALCANTARILLAS

De igual manera, debe realizarse un análisis de los pasos de alcantarilla, ya que las cabeceras que los conforman representan un objeto fijo y además no brindan protección contra el desnivel del terreno y representan un peligro significativo para los vehículos que se desvían de la vía.

Para tratar los peligros que representan los extremos de alcantarillas, se recomienda, en orden de prioridad:

- Proyectar las alcantarillas con sus extremos más allá de la zona despejada de modo que haya menos posibilidad de ser alcanzada por los vehículos.
- Proyectar extremos traspasables para las alcantarillas en caso que estén dentro de la zona despejada. Se recomienda dar continuidad a la pendiente del talud agregando una reja entre las alas que debe dimensionarse para soportar el paso de un vehículo desviado y se ubican perpendiculares a la dirección del tránsito y la separación varía entre 0,50 m y 0,75 m.

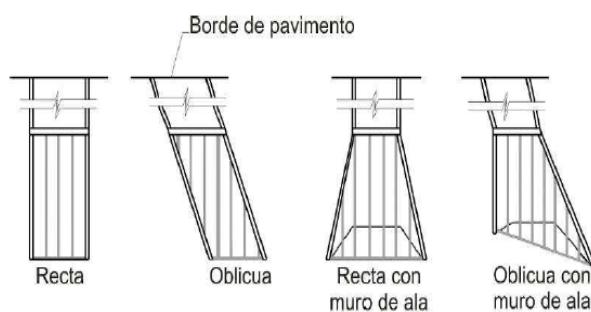


Figura 3.11. Tipos de rejillas para alcantarillas. (Fuente: C7, Norma DNV).



Fotografía 3.5. Ejemplo de solución de rejas en alcantarillas. (Fuente: C7, Norma DNV).

- Proyectar barrera: es la última opción recomendada cuando no se puede extender la alcantarilla más allá de la zona despejada y no es factible proyectarlas traspasables con rejas. No se deben usar barreras de hormigón para proteger las alcantarillas, es recomendable protegerse con barrera metálica semiflexibles, que según el manual de diseño vial seguro debe tener una en una longitud de:

Disposición A: al menos 70 m en paralelo a la vía.

Disposición B: 45 m con un ángulo 1/20, para ambos sentidos de circulación.

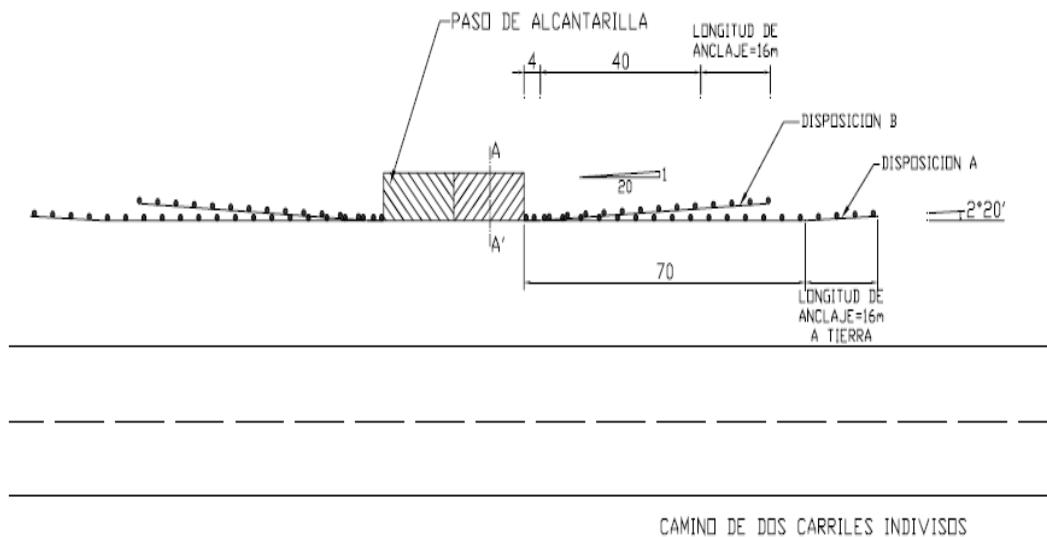


Figura 3.12. Longitud recomendable para barreras de alcantarillas. (Fuente: C7, Norma DNV).

- **OBJETOS PELIGROSOS**

En lo que respecta a la adecuación de la zona despejada se hace mención a los objetos peligrosos que existen en las zonas laterales de la ruta, y su adecuado tratamiento. En caso de evaluar todas las alternativas posibles y resulta que práctica y económicamente no puede retirarse, reubicarse

o hacerse rompible el objeto fijo, y se ha determinado que una barrera es un peligro menor que la condición desprotegida, se justifica la colocación de la misma.

Se aconseja que todos los soportes de señales y luminarias deben ser traspasables, independientemente de su distancia desde el coronamiento.

La normativa A10 mediante una tabla establece criterios que justifican la implementación de barreras para objetos ubicados al costado del camino.

Tabla 3.4. Necesidad de protección de objetos fijos. (Fuente: C7, Norma DNV)

Peligro	Necesidad de Protección
Arboles con troncos mayores que 0,10 m de diámetro.	Decisión basada en las circunstancias específicas del lugar.
Alcantarillas, tubos, muros de cabeceras	Decisión basada en el tamaño, forma y ubicación del peligro
Contrataludes lisos	Generalmente no se requiere
Contrataludes rugosos	Decisión basada en la posibilidad de impacto
Cuerpos de agua	Los cursos de agua permanentes y lagunas con profundidad mayor que 0,6 m
Cunetas	En función de la traspasabilidad
Muros de sostenimiento	Decisión basada en la textura relativa del muro y en el ángulo máximo e impacto previsto.
Pilas, estribos y extremos de barreras de puentes	Generalmente se requiere
Piedras, bochones	Decisión basada en la naturaleza del peligro y posibilidad de impacto
Postes ¹ de iluminación/señales	Generalmente se requieren para postes no rompibles
Postes ² de Semáforos	En obras rurales de alta velocidad, las señales de tránsito en la zona despejada pueden requerirla.
Postes de servicios públicos	Puede justificarse la decisión sobre la base caso por caso.

- Criterios de Instalación de Barreras

La barrera seleccionada para absorber los impactos debe ser técnicamente adecuada al entorno, estar correctamente instalada y contar con un mantenimiento periódico que asegure su funcionalidad a lo largo del tiempo. Solo bajo estas condiciones puede cumplir eficazmente con su objetivo principal: proteger a los ocupantes del vehículo y minimizar las consecuencias del siniestro.

Para definir con precisión el tipo de barrera más apropiado para un determinado tramo vial, se adoptan los criterios de evaluación del comportamiento de dispositivos de seguridad establecidos en el Informe NCHRP 350, guía técnica reconocida por la Federal Highway Administration (FHWA). En consecuencia, todas las barreras laterales nuevas y permanentes que se instalan en el Sistema Vial Nacional argentino deben cumplir con los siguientes aspectos fundamentales:

- Nivel de prueba (TL)

Toda barrera longitudinal que se instale debe contar con ensayos y aprobación conforme a los criterios establecidos por los niveles de contención (Test Level, TL) definidos en el Informe NCHRP 350. Estos niveles están determinados en función de variables como la velocidad de diseño, la composición del tránsito vehicular (tipo y proporción de vehículos pesados) y las condiciones específicas del entorno vial.

Para el tramo en análisis, se recomienda que las barreras de contención a implementar cumplan, como mínimo, con el nivel de prueba TL-3, el cual garantiza un desempeño adecuado frente a impactos de vehículos livianos y medianos circulando a velocidades de hasta 100 km/h. Este nivel resulta compatible con las características operativas y funcionales observadas en rutas nacionales con tránsito mixto y velocidades medias-altas.

Tabla 3.5. Nivel de prueba requerido para barreras longitudinales. (Fuente: C7, Norma DNV).

Velocidad de Diseño	Nivel de Prueba
km/h	TL-
≥ 80	3
< 80	2

- Deflexión de barreras.

La deflexión constituye uno de los parámetros clave en el diseño y selección de barreras de contención, ya que representa el desplazamiento lateral máximo que experimenta el sistema ante el impacto de un vehículo. Este desplazamiento está directamente vinculado con la rigidez estructural del conjunto, el tipo de barrera empleada (ya sea flexible, semirrígida o rígida), la energía del impacto (definida por la masa, la velocidad y el ángulo de colisión del vehículo) y las características geométricas del sistema, como el espaciamiento entre postes, su sección transversal y la presencia o no de elementos separadores.

Para una correcta selección del tipo de barrera, resulta fundamental considerar los lineamientos establecidos en la Normativa A-10 de Vialidad Nacional, específicamente en el Capítulo 7 de Seguridad Vial, donde se presenta una tabla con valores de deflexión alcanzados por distintos sistemas de barreras longitudinales en configuraciones básicas.

Tabla 3.6. Nivel de prueba requerido para barreras longitudinales. (Fuente: C7, Norma DNV).

Sistemas de barreras longitudinales	Nivel de Prueba	Deflexión Máxima
Sistemas Rígidos		
Perfil Tipo New Jersey - Tipo F - Pendiente Única		
Altura 81 cm	TL-4	0 m
Altura 107 cm	TL-5	0 m
Sistemas Semirrígidos		
Viga W poste fuerte con bloques separadores		
Poste de acero/madera con bloque separador de madera o de plástico	TL-3	0,9 m (1)
Poste de acero con bloque separador de acero	TL-2	0,9 m (1)
Viga de tres ondas con bloque separador		
Poste de acero/madera con bloque separador de madera o de plástico	TL-3	0,6 m (2)
Viga de tres ondas modificada poste fuerte	TL-3	0,9 m (2)
Sistemas Flexibles		
Cable de tres hilos poste débil	TL-3	3,5 m
Viga W poste débil	TL-2	2 m

Estos valores se obtienen a partir de ensayos de impacto a escala real, y su función es proporcionar un rango de referencia seguro para la aplicación de cada sistema, más que un valor puntual que defina con exactitud la ubicación de obstáculos fijos detrás de la barrera. Lógicamente la distancia entre la cara posterior de la barrera y cualquier objeto fijo protegido debe ser siempre mayor que la deflexión estimada del sistema, a fin de garantizar que, en caso de colisión, la barrera pueda deformarse y disipar energía sin que el vehículo impacte contra el obstáculo.



Figura 3.13. Distancia desde barrera a objeto fijo. (Fuente: C7, Norma DNV).

- Tratamiento de los extremos.

Se recomienda atender adecuadamente el tratamiento de los extremos de las barreras de seguridad es fundamental para la protección de los ocupantes de los vehículos. Cuando un vehículo impacta contra un extremo de barrera no tratado o contra un objeto fijo, se produce una detención abrupta que genera consecuencias graves. Estos extremos, por su reducida sección transversal y rigidez, representan un alto riesgo, ya que pueden penetrar el habitáculo del vehículo o provocar su inestabilidad, incrementando las probabilidades de vuelco.

Estos dispositivos pueden clasificarse como traspasables o no traspasables, según su comportamiento ante un choque en la zona frontal o lateral próxima al extremo. Un tratamiento de extremo traspasable permite que, en caso de impacto en la nariz o en el costado cercano a esta, el vehículo atraviese el dispositivo de forma controlada, reduciendo significativamente la severidad del accidente.

Se incorporan figuras ilustrativas que muestran ejemplos representativos de tratamientos de extremos de barreras de seguridad. No obstante, es fundamental aclarar que la longitud necesaria de estos dispositivos no es estándar, sino que debe definirse en función de un análisis detallado de cada situación particular. Esta evaluación debe considerar factores como la velocidad de diseño, el volumen y tipo de tránsito, la geometría del camino, la ubicación del obstáculo a proteger y las condiciones del entorno. Solo mediante un estudio específico es posible garantizar que el tratamiento seleccionado cumpla eficazmente su función de mitigar las consecuencias de un impacto.

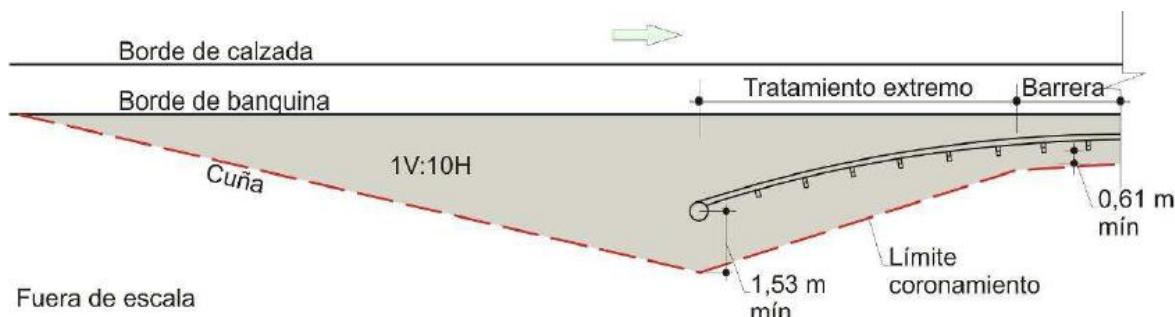


Figura 3.14. Tratamiento de los extremos de las barreras laterales. (Fuente: C7, Norma DNV).

- PARADAS DE COLECTIVOS

En la mayoría del tramo de la ruta donde se ubican las paradas de colectivos, se observa la ausencia de dársenas y de infraestructura adecuada en los refugios peatonales. Esto puede observarse en la siguiente tabla donde se detalla la ubicación de los mismos y sus especificaciones.

Tabla 3.7. Parada de colectivos y refugios. (Fuente: Elaboración propia).

Paradas de Colectivos					
Ubicación (km)	Punto estratégico	Refugio	Dársenas	Estado	Observaciones
1013,5	Camino vecinal	1	0	malo	Necesidad de dársenas y refugio
1017,5	Capilla	2	0	malo	Necesidad de dársenas
1018,5	Camino vecinal	2	0	malo	Necesidad de dársenas
1019	Acceso a Colonia Benítez	2	2	malo	Pavimentación de dársenas
1021	Intermedio	0	0	-	Necesidad de dársenas
1025	Acceso a Margarita Belén	2	2	malo	Pavimentación de dársenas
1028	Camino vecinal	2	0	malo	Necesidad de dársenas
1039	Camino vecinal	2	0	malo	Necesidad de dársenas
1041	Monumento Margarita Belén	2	2	malo	Pavimentación de dársenas
Total		15	6		Debería haber en el tramo: 18 refugios y dársenas

Para resolver esta problemática, se propone una intervención integral que incluya:

- Construcción de dársenas de detención para colectivos.
- Reemplazo de los refugios peatonales existentes y construcción de nuevos donde sea necesario.

Esta solución tiene como objetivo mejorar la seguridad vial al reducir las interrupciones en el flujo vehicular, así como las maniobras de desaceleración y detenciones que representan un riesgo para el resto del tránsito. De este modo, se optimiza el servicio de transporte público y se garantizan condiciones seguras y dignas para los usuarios.

- Construcción de Dársenas para Colectivos

Las dársenas son espacios pavimentados que se construyen fuera de la calzada principal, permitiendo a los colectivos detenerse sin obstaculizar el tránsito.

Ventajas principales:

- Mejoran la fluidez del tránsito y reducen el riesgo de siniestros viales.

- Permiten una detención segura y ordenada del transporte público.
- Facilitan el ascenso y descenso de pasajeros en zonas consolidadas.
- Evitan el desgaste de la banquina y del borde de calzada.

Proceso constructivo recomendado:

- Replanteo del área según visibilidad, accesibilidad y espacio disponible.
- Excavación y preparación de la subrasante.
- Ejecución de subbase y base granular estabilizada.
- Pavimentación con hormigón armado (mín. H-30) o carpeta asfáltica reforzada, según el flujo vehicular.
- Cordones, canaletas y pendientes adecuadas para drenaje.
- Demarcación horizontal y señalización vertical.

Materiales recomendados:

- Hormigón armado para mayor durabilidad y resistencia.
- Base granular estabilizada con cemento.
- Señalética con materiales reflectivos.
- Barandas metálicas en zonas donde haya desfasaje de altura entre dársena y terreno natural.

- Mejora de Refugios Peatonales

Junto con la dársena, debe garantizarse un refugio peatonal funcional, resistente y seguro para los usuarios del transporte público.

Objetivos:

- Proteger a los pasajeros de las condiciones climáticas.
- Brindar un espacio cómodo y accesible.
- Aportar orden y señalización a la parada.

Diseño sugerido: Puede ser el otorgado por la Norma de la Dirección Nacional de Vialidad A10 (Figura 3.13) o algunas de las siguientes opciones:

- Cubierta resistente al clima: chapa galvanizada, policarbonato, o plástico reciclado con protección UV.
- Estructura metálica: acero galvanizado o aluminio.
- Asiento y apoyo isquiático: para personas mayores o con movilidad reducida.
- Iluminación autónoma solar, ideal para zonas sin infraestructura eléctrica.
- Piso de hormigón antideslizante, con pendiente para escurrimiento y acceso universal.
- Cartelería informativa: nombre de la parada, recorrido, horarios y plano de la zona.

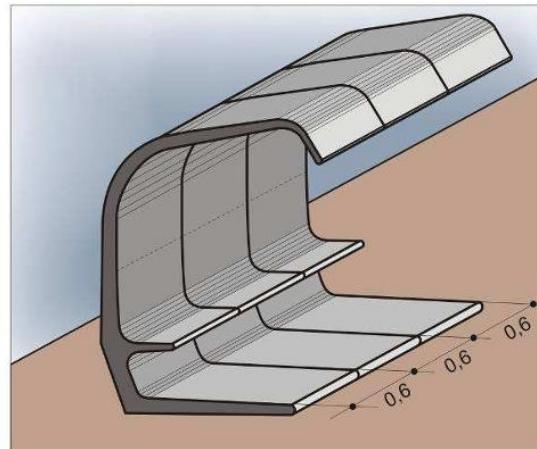


Figura 3.15. Refugio Peatonal tipo. (Fuente: C8, Norma DNV)

Consideraciones adicionales:

- Implementar rampas y accesos accesibles según normativa de accesibilidad universal.
- Diseñar drenajes eficientes para evitar acumulación de agua en la dársena y el refugio.
- Asegurar una ubicación estratégica, con buena visibilidad, iluminación y proximidad a zonas pobladas o centros de atracción.
- Evaluar el uso de materiales sustentables o reciclados donde sea posible.
- **ESTACIÓN DE SERVICIO (YPF)**

Si bien la estación de servicio no forma parte de la obra pública actualmente proyectada, se considera pertinente establecer una serie de recomendaciones técnicas que, en caso de ser adoptadas, deberían ser exigidas directamente a la empresa responsable de su operación (YPF), dado que se trata de una infraestructura de carácter privado. Estas sugerencias tienen como finalidad asegurar que el funcionamiento de la estación sea compatible con las condiciones de seguridad y demanda del corredor vial en cuestión.

Respecto a las consideraciones generales, las características geométricas y funcionales del acceso deberán adaptarse al esquema vial adoptado para el tramo, previendo dos alternativas:

a) En caso de construirse colectoras:

El acceso deberá resolverse únicamente a través de la colectora, la cual funcionará como vía de tránsito urbano, segregando completamente las maniobras de ingreso y egreso de la circulación interurbana principal. Esta configuración se considera óptima desde el punto de vista de la seguridad vial y la operación del sistema.

Un esquema detallado del acceso en esta condición puede verse en figura a continuación, donde se ilustra la conexión directa desde la colectora, sin interferencia con la calzada principal.

ACCESO A INSTALACIONES DE SERVICIOS DESDE
EL CARRIL OPUESTO DE UNA VIA DE SERVICIO

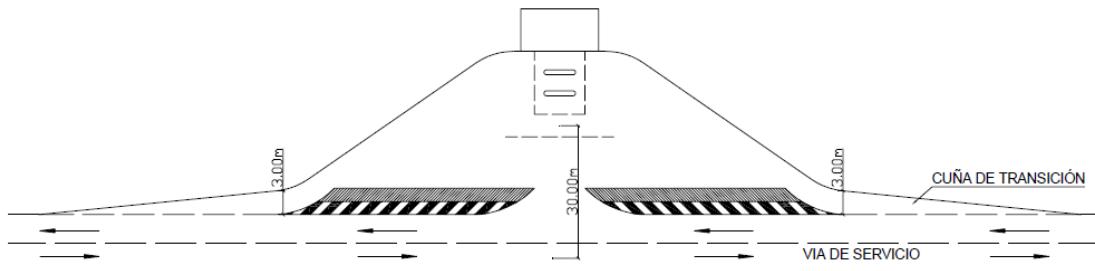


Figura 3.16. Propuesta detallada acceso “YPF”. (Fuente: Manual de prácticas inadecuadas de seguridad vial, DNV).

b) En caso de no ejecutarse colectoras:

Deberá evaluarse una de las siguientes alternativas, conforme al análisis específico del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) propio de la estación:

- **Opción mínima:** restricción del acceso desde el carril contrario mediante cierre físico o reconfiguración geométrica, asegurando la existencia de otra estación de servicio operativa en sentido opuesto, en un radio compatible con las normativas de servicios en corredores viales.
- **Opción alternativa (preferente):** ejecución de una intersección tipo T con carriles de cambio de velocidad, similar a accesos clasificados como Tipo III. Esta solución permitirá canalizar los movimientos sin interferencia directa con el tránsito pasante, manteniendo condiciones de operación seguras.

Tipo III: ídem II, ensanchadas (con carriles auxiliares para giros)

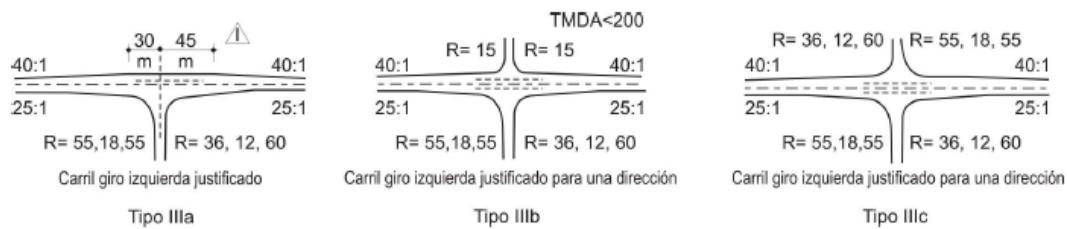


Figura 3.17. Tipos de intersección a nivel en caminos bidireccionales de dos carriles (velocidad direccional ≥ 90 km/h). (Fuente: C5, Normas, DNV).

En cuanto a la pavimentación y dimensiones, se sugiere que el acceso pavimentado posea características estructurales similares a las de la colectora o de la calzada principal, según corresponda:

- **Tipo de estructura:** flexible o rígida, con espesor y resistencia acordes al tipo de tránsito (principalmente pesado).
- **Ancho mínimo de acceso:** 7,00 m, permitiendo circulación bidireccional sin restricciones.
- **Carriles auxiliares (en caso de ausencia de colectora):**

- Carril de desaceleración: ancho $\geq 3,50$ m, longitud ≥ 60 m.
- Carril de aceleración: con dimensiones acordes a las velocidades operativas del tramo.

Respecto al espacio interno, se recomienda que la estación cuente con una playa específica para camiones y colectivos, ubicada dentro del predio y con acceso independiente al área de surtidores. La misma deberá:

- Permitir maniobras sin retrocesos hacia la vía principal.
- Estar organizada mediante circulación interna, radios de giro adecuados (≥ 12 m) y señalización clara de sectores.
- Contar con limitadores físicos que restrinjan el uso informal de banquinas.

Finalmente, es importante remarcar que estas sugerencias no constituyen parte del proyecto de obra pública, sino que corresponden a exigencias complementarias a ser asumidas por la administración privada de la estación de servicio, con el fin de compatibilizar su operación con el diseño vial del corredor y contribuir a la seguridad del sistema en su conjunto.

3.1 PRESUPUESTO

Dentro del proceso de planificación de una obra, la elaboración del presupuesto constituye una de las etapas fundamentales, ya que permite estimar los recursos económicos necesarios para su ejecución. Existen distintos métodos para presupuestar, cada uno con sus ventajas y limitaciones según el tipo de obra y el nivel de definición del proyecto. En este caso particular, se ha optado por utilizar el método de **Presupuesto por Comparación**, el cual permite obtener una estimación económica aproximada basándose en antecedentes de obras similares y en los precios vigentes en el mercado.

El presupuesto por comparación se basa en la utilización de una unidad de medida estándar que varía según el tipo de obra. En obras viales, como rutas o autopistas, el parámetro más utilizado es el costo por kilómetro. Para que esta comparación resulte válida y confiable, es indispensable que las obras consideradas como referencia sean similares en aspectos clave como el destino, la calidad, la localización geográfica, el contexto técnico y económico, y las condiciones generales de ejecución.

Este método se utiliza generalmente en etapas preliminares del proyecto, cuando se requiere contar con una referencia de costos sin necesidad de entrar en un análisis detallado de cada ítem o rubro. Por esa razón, es ideal para evaluar la **viabilidad económica inicial** de una obra o para comparar **alternativas de diseño**. No está destinado a ser un presupuesto definitivo ni a utilizarse en procesos licitatorios, ya que no contempla el desagregado de precios unitarios ni los cálculos detallados que requiere un **análisis de precios unitarios** tradicional.

Una de las principales ventajas del presupuesto por comparación es su **rapidez y sencillez**, lo cual permite tomar decisiones de manera ágil en las primeras fases del proyecto. En contraposición, un presupuesto basado en análisis de precios demanda mayor tiempo y precisión, lo cual es apropiado para etapas avanzadas del diseño, cuando se cuenta con una definición completa de todos los ítems constructivos y sus cantidades exactas. En este caso, donde el objetivo es contar con una estimación general del costo de la obra, el presupuesto por comparación resulta más adecuado, ya que responde a las necesidades del momento con menor complejidad técnica y mayor eficiencia en términos de tiempo y recursos.

Cabe destacar que este presupuesto se basa en antecedentes de **obras viales similares** cuyos precios surgen de análisis de precios detallados provistos por el Municipio y trabajos anteriores actualizados según coeficientes de actualización obtenidos del INDEC, lo que otorga mayor respaldo y coherencia a la estimación realizada. Esto permite mantener una buena aproximación al costo real, sin perder la flexibilidad que ofrece este tipo de presupuesto en etapas iniciales. El correspondiente presupuesto se encuentra en el anexo del informe.

Con base en el presupuesto estimado para la implementación de las mejoras propuestas en el tramo de 35 kilómetros auditado, se realiza una comparación del costo de las mismas con el costo de la continuación de la construcción de la autovía. Para ello, se toma como referencia el valor de la obra de la autovía en el tramo que atraviesa Resistencia, comprendido entre el Cementerio Parque Jazmín y el Autódromo Yaco Guarnieri, obtenido de Vialidad Nacional. Esta obra incluyó la duplicación de la calzada a lo largo de 11 kilómetros, la construcción de colectoras a ambos lados de la calzada principal, la adecuación hidráulica con la instalación de grandes conductos

pluviales, la ejecución de dos puentes (uno sobre el río Negro y otro sobre las vías del ferrocarril), así como la semaforización y el señalamiento.

El resultado de la comparación indica que la inversión necesaria para llevar a cabo las recomendaciones propuestas, con el fin de alcanzar condiciones operativas seguras y eficientes, es considerablemente inferior al costo de continuar con la construcción de la autovía. De hecho, el presupuesto para la construcción de los 11 kilómetros ya ejecutados supera el costo total de las obras sugeridas para los 35 kilómetros del tramo auditado, como puede observarse en la siguiente tabla.

Tabla 3.8. Comparativa entre Autovía y Mejoras propuestas. (Fuente: Elaboración propia).

\$/km	Precio en 2022	Precio Actual	Precio en dólares
1 km de AUTOVÍA	\$ 951.314.205,36	\$ 6.376.949.639,39	\$ 5.930.563,16
1 km de MEJORAS	-	\$ 2.045.721.807,13	\$ 1.902.521,28
Diferencia	-	\$ 4.331.227.832,26	\$ 4.028.041,88

Este análisis demuestra que implementar las mejoras en un kilómetro del tramo en estudio equivale al 30% de la construcción de un kilómetro de autovía, por ello se afirma que es posible mejorar significativamente las condiciones de seguridad vial con inversiones más accesibles y factibles de realizar en el corto plazo, sin necesidad de recurrir a la construcción de una autovía, logrando así soluciones eficientes y adecuadas a las necesidades de la infraestructura vial actual.

4. RECOMENDACIONES GENERALES

El proceso de auditoría enfrenta ciertos desafíos, principalmente en la obtención de datos para su elaboración. Por esta razón, se establece una serie de recomendaciones derivadas de la auditoría realizada, aplicables específicamente al tramo en estudio, aunque también pueden implementarse en otros sectores a nivel nacional que presenten deficiencias similares.

- **Puesta en vigencia de la normativa.**

Para garantizar diseños y construcciones seguras, es fundamental contar con normas y reglamentos actualizados. La Dirección Nacional de Vialidad ha desarrollado la Normativa A10 (Actualización 2010 de Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial), elaborada por un equipo de profesionales especializados en diseño y seguridad vial. Sin embargo, esta normativa aún no ha sido implementada, lo que genera un vacío regulatorio en aspectos clave de seguridad vial y debido a que la infraestructura vial requiere estándares bien definidos, resulta prioritario agilizar su aplicación para contar con una normativa común que permitirá establecer criterios homogéneos que regule los niveles mínimos de seguridad para garantizar en el diseño y mantenimiento de las vías.

- **Registro de la velocidad De operación y del TMDA.**

Para evaluar la relación entre el diseño de la vía y las expectativas de los conductores, se recomienda establecer mediciones de la velocidad de operación en las distintas rutas del país, ya que es una variable fundamental para la elaboración de un perfil de velocidades que permita calcular la diferencia entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño, identificando posibles problemáticas en el trazado.

Además, se ha identificado la necesidad de disponer de un contador de tránsito adicional con el fin de obtener una estimación más precisa del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), debido a que en la actualidad, si bien la medición oficial es realizada por un contador ubicado entre las localidades de Colonia Benítez y Margarita Belén y estos datos son utilizados por la Dirección Nacional de Vialidad para la carga en la plataforma oficial, la ubicación del contador no contempla el flujo significativo de vehículos que ingresan a Colonia Benítez, lo que genera una subestimación de la demanda real de tránsito en el sector, particularmente en el primer tramo del estudio, donde se presentan las mayores problemáticas viales. La omisión de estos registros puede derivar en evaluaciones inexactas del volumen vehicular, afectando el análisis de capacidad, la planificación de mejoras viales y la implementación de medidas de seguridad adecuadas.

- **Registro de siniestros viales**

Asimismo, es necesario implementar un registro detallado de siniestros viales siguiendo una metodología de relevamiento, análisis y carga de datos. También se recomienda la elaboración de mapas georreferenciados que faciliten el acceso a la información pública. De este modo, se optimiza el análisis desde la perspectiva de la seguridad sustantiva mediante la sistematización de la información.

- Capacitación de ingenieros para proyectos de auditoría

La formación temprana en seguridad vial y la experiencia en auditorías son aspectos fundamentales en la preparación de los ingenieros. Para garantizar auditorías de calidad, es esencial que el equipo de trabajo esté liderado por un Auditor Senior en Seguridad Vial con una trayectoria sólida y comprobada.

Durante la realización de este trabajo, se han identificado diversas dificultades propias del proceso de auditoría. En las primeras inspecciones de la ruta, resulta complejo detectar deficiencias de manera precisa. Sin embargo, a medida que se profundiza en el estudio metodológico, es posible identificar fallas normativas que representan riesgos potenciales de accidentes y contrastarlas con los datos de siniestralidad registrados.

En la actualidad, la formación de los ingenieros egresados de la mayoría de las universidades está predominantemente orientada al diseño y cálculo analítico de curvas en el trazado de caminos, la ejecución de replanteos y la optimización del movimiento de suelos. Además, se enfatiza el diseño hidráulico de alcantarillas y puentes, dentro del enfoque tradicional de la "ingeniería dura" aplicado al diseño geométrico vial y estructural de pavimentos.

No obstante, se advierte la falta de una visión integradora que vincule el diseño geométrico con la seguridad vial. Este enfoque es clave para la formación de profesionales capacitados en la realización de auditorías de seguridad vial. La incorporación de estos conceptos permitirá que, con el tiempo, los ingenieros puedan auditar sus propios proyectos como proyectistas viales o, de manera independiente, llevar a cabo Auditorías de Seguridad Vial (ASV) en proyectos en desarrollo, así como Revisiones de Seguridad Vial (RSV) en caminos en servicio.

- Implementación temprana de auditorías de seguridad vial

El criterio fundamental que rige las Auditorías de Seguridad Vial es que la prevención de problemas resulta más efectiva que su corrección. Por ello, es esencial realizarlas desde las primeras fases de los proyectos, considerando que las deficiencias típicas varían según la etapa de desarrollo.

La incorporación temprana de las Auditorías de Seguridad Vial (ASV) en el diseño vial permite identificar y corregir potenciales problemas de seguridad antes de la construcción de la infraestructura. A medida que el proyecto avanza, las oportunidades para introducir modificaciones se reducen considerablemente.

Por esta razón, auditar un proyecto en sus etapas iniciales es altamente beneficioso, ya que los costos de ajuste en la fase de diseño son significativamente menores en comparación con los tratamientos correctivos necesarios una vez finalizados los trabajos.

- Aplicación de un enfoque reactivo y proactivo en las soluciones

Para mejorar la seguridad vial, es necesario realizar un seguimiento de las soluciones implementadas. En este sentido, se recomienda adoptar un enfoque reactivo en el tramo de estudio, es decir, aplicar medidas correctivas para reducir la cantidad y gravedad de siniestros similares a los ya ocurridos. Estas medidas deben ser monitoreadas en un proceso de prueba y

error. Una vez comprobada su eficacia, es conveniente generalizar su aplicación, incorporarlas como normas o recomendaciones y extenderlas a caminos en etapa de reparación o nuevos proyectos.

5. CONCLUSIONES

Mediante el trabajo realizado, se busca resaltar la importancia de las auditorías de seguridad vial como una herramienta fundamental para la identificación y mitigación de riesgos en la infraestructura vial, ya que las mismas permiten evaluar de manera integral las deficiencias existentes, no solo desde el punto de vista normativo, sino también en función de su impacto real en la seguridad vial, contrastando los hallazgos con los datos de siniestralidad registrados en el tramo analizado. Este enfoque posibilita un diagnóstico más preciso de la problemática, evitando soluciones aisladas que, si bien pueden corregir ciertos aspectos puntuales, no necesariamente abordan la totalidad de los riesgos presentes.

Se pretende generar conciencia sobre que la seguridad vial no puede seguir siendo vista como un costo inevitable del desarrollo. El enfoque de Sistema Seguro deja en claro que las muertes y lesiones graves en el tránsito no son aceptables y que el diseño del sistema debe asumir la responsabilidad de proteger la vida humana. En este contexto, las Auditorías de Seguridad Vial (ASV) no solo representan una herramienta técnica, sino también un compromiso ético con la sociedad.

La ingeniería vial tiene el deber de avanzar hacia un modelo en el que la seguridad sea un pilar inquebrantable en todas las etapas del desarrollo de infraestructuras. No basta con reaccionar ante las tragedias; es necesario adoptar enfoques proactivos que garanticen que cada carretera y cada proyecto vial minimicen el riesgo de accidentes desde su concepción.

El desafío es claro: cambiar la manera en que se piensa y se gestiona la seguridad vial. No se trata solo de normativas o protocolos, sino de una transformación en la cultura profesional y social. Cada decisión de diseño, cada inspección y cada auditoría es una oportunidad para evitar tragedias. Es momento de que todos los involucrados en el desarrollo vial asuman su responsabilidad y trabajen con determinación para que ninguna vida más se pierda en las rutas.

ANEXOS

- **Cálculo del Nivel de Servicio**

Porcentaje de zonas sin sobrepaso (Pss)

Se calcula dividiendo la longitud de los tramos donde está prohibido adelantar entre la longitud total del tramo analizado.

$$Pss = \left(\frac{\text{Long. total de zonas sin sobrepasos}}{\text{Long. total del tramo analizado}} \right) * 100\%$$

La longitud de los tramos en los que no está permitido hacer sobrepasos se determinó midiendo de forma estimativa utilizando el uso de Google Maps.

$$Pss = \frac{5.56 \text{ km}}{35 \text{ km}} * 100\% = 15.89\%$$

Cálculo del Volumen Horario de Demanda (VHD)

Para dicho cálculo se toma como base el **TMDA** que es de 8103 del año 2023 según Vialidad Nacional al cual se le aplica un **Factor de ajuste**.

Para poder determinar el **factor de ajuste horario** se buscó información en la página de Vialidad Nacional y se tomó el valor registrado de un día hábil del mes de mayo en el año 2.023, de **13,6** que se encuentra aproximadamente entre las 7 y las 8 de mañana.

$$VHD = \frac{TMD}{\text{Factor de Ajuste}}$$

$$VHD = \frac{8103}{13.6} = 596$$

Factor de Hora Pico (FHP)

Los valores típicos del FHP para áreas rurales suelen oscilar entre **0,75 y 0,85**, por lo que se adopta un valor de 0,8.

Tipos de vehículos

Para poder realizar la discriminación de los distintos tipos de transportes se utilizan los datos de las mediciones obtenidas por Vialidad Nacional. Se tomo un valor promedio aproximado de todos los registros existentes desde el 2.010 hasta el 2.024.

Cálculo de la Velocidad de Flujo Libre (FFS) – Estimación

$$FFS = BFFS - f_{lw} - f_{lc} - f_m - f_A$$

- **FFS** = es la velocidad media de automóviles de pasajeros medidos durante períodos de flujo bajo a moderado (hasta 1.400 vehículos por hora).

- **BFFS** = Velocidad de Diseño.
- **Flw**= factor de ajuste por ancho de carril.
- **Flc**= factor de ajuste por **Tlc** que es la holgura lateral total.
- **Fm**= Factor de ajuste por tipo de Mediana.
- **FA**= Factor de ajuste por densidad de puntos de acceso.

$$FFS = 68,2 - 1,9 - 2,16 - 1,6 - 0,88 = 61,67$$

Se adopta 60 que es un numero múltiplo de 5.

Se selecciona la Curva de Trabajo de la página 297 del HCM.

Ajuste del Flujo para el Cálculo del ATS

El ajuste del flujo para el cálculo del ATS debe realizarse para cada dirección, la máxima demanda (Vd) y la dirección opuesta (Vo) en base a las siguientes ecuaciones.

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF * f_{g,ATS} * f_{HV,ATS}}$$

$$Vd = 0.57 * 596 \text{ veh/h} = 340 \text{ veh/h}$$

$$Vo = 0.43 * 596 \text{ veh/h} = 256 \text{ veh/h}$$

Valores corregidos

$$Vd' = \frac{Vd}{FHP} = \frac{340}{0.8} = 425 \text{ veh/h}$$

$$Vo' = \frac{Vo}{FHP} = \frac{320}{0.8} = 320 \text{ veh/h}$$

Mediante la **TABLA 15-9** del HCM 2.010 en función de la velocidad y el tipo de terreno se obtiene el valor de $f_{g,ATS}$ y por ser un terreno plano es 1 para todos los casos.

A partir de la **TABLA 15-11** del HCM 2.010 ingresando con los valores de velocidad corregidos se obtienen los valores de Et y Er.

Para el valor de Vd' se obtiene el valor de **Et = 1.28**

Para el valor de Vo' se obtiene el valor de **Et = 1.38**

El valor de Er para ambos casos es de **1**

Cálculo de $f_{HV,ATS}$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T * (E_T - 1) + P_R * (E_R - 1)}$$

- f_{HV} es un factor de ajuste de vehículos pesados.
- P_T proporción de camiones y autobuses en el flujo de tráfico.
- P_R proporción de vehículos recreativos en flujo de tráfico.
- E_T equivalente de automóviles de pasajeros de un camión o autobús en el flujo de tráfico.
- E_r equivalente de automóviles de pasajeros de vehículos recreativos en el flujo de tráfico.

Para Vd

$$f_{HV, ATS} = \frac{1}{1 + 0.22 * (1.28 - 1) + 0 * (1 - 1)} = 0.94$$

$$v_{d,ATS} = \frac{340 \text{ veh/h}}{0.8 * 1 * 0.94} = 452 \text{ veh/h}$$

Para Vo

$$f_{HV, ATS} = \frac{1}{1 + 0.22 * (1.38 - 1) + 0 * (1 - 1)} = 0.92$$

$$v_{d,ATS} = \frac{256 \text{ veh/h}}{0.8 * 1 * 0.92} = 348 \text{ veh/h}$$

Estimación de la Velocidad de Viaje Promedio ATS

$$ATS_d = FFS - 0.00776 (V_{d,ATS} + V_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

$f_{np,ATS}$ es un factor de corrección por zona de no adelantamiento y se calcula a partir de la TABLA 15-15 del HCM 2.010 a partir de V_o' y del porcentaje de zona de no adelantamiento.

$$ATS_d = 61,67 - 0.00776 (452 + 348) - 0.9 = 54.6 \text{ mill/h}$$

Ajuste del Flujo para el cálculo del PTSF

$$v_{I,PTSF} = \frac{V_i}{PHF * f_{g,PTSF} * f_{HV,PTSF}}$$

Para poder determinar los factores de ajustes se utilizan las **TABLAS 15-16** y las **TABLAS 15-18**.

Para Vd

$$f_{HV, ATS} = \frac{1}{1 + 0.22 * (1.1 - 1) + 0 * (1 - 1)} = 0.98$$

$$v_{d,PTSF} = \frac{340}{0.8 * 1 * 0.98} = 434 \text{ veh/h}$$

Para Vo

$$f_{HV, ATS} = \frac{1}{1 + 0.22 * (1.1 - 1) + 0 * (1 - 1)} = 0.98$$

$$v_{o, PTSF} = \frac{256}{0.8 * 1 * 0.98} = 327 \text{ veh/h}$$

Cálculo del porcentaje de espera de tiempo para el Adelantamiento PTSF

$$BPTS F_d = 100 (1 - \exp(a v_d^b))$$

Los valores de los coeficientes a y b se obtienen a partir de la **TABLA 15-20** del HCM 2.010.

$$BPTS F_d = 100 (1 - \exp(0.0019 * 434^{0.943})) = 44,2 \%$$

$$PTS F_d = BPTS F_d + f_{np, PTSF} * \left(\frac{v_{d, PTSF}}{v_{d, PTSF} + v_{o, PTSF}} \right)$$

Para obtener el valor del coeficiente $f_{np, PTSF}$ se ingresa en la **TABLA 15.21** del HCM 2.010.

$$PTS F_d = 44,2 + 29,9 * \left(\frac{434}{434 + 327} \right) = 61.3\%$$

Determinación del Nivel de Servicio

La ruta en análisis es una **carretera rural de dos carriles** cuyo propósito principal es **proporcionar movilidad y mantener altas velocidades de operación** por lo que se la clasifica de CLASE 1 según el **(HCM) 2010**.

Los valores finales obtenidos son:

$$PTS F_d = 61,3\%$$

$$ATS_d = 54,6 \text{ mill/h}$$

Tabla 1.8. Nivel de Servicio. (Fuente HCM 2010).

Nivel de Servicio	CLASE 1		CLASE 2	CLASE 3
	ATS (mi/H)	PTSF (%)	PTSF (%)	PTSF (%)
A	> 55	<= 35	<= 40	> 91,7
B	> 50 - 55	> 35 - 50	> 40 - 55	> 83,3 - 91,7
C	> 45 - 50	> 50 - 65	> 55 - 70	> 75,0 - 83,3
D	> 40 - 45	> 65 - 80	> 70 - 85	> 66,7 - 75,0
E	<= 40	> 80	> 85	<= 66,7

Un Nivel de Servicio C en una carretera Clase I indica que la vía sigue funcionando bien, pero representa el **primer nivel donde la fluidez del tráfico comienza a verse afectada**. Aunque no es crítico, es un indicador temprano de que el tráfico podría deteriorarse en el futuro, por lo que es un punto clave en auditorías viales y en el diseño de mejoras viales.

PLANILLA - RESUMEN DE ENSAYOS - Ruta Nac. N° 11

PAQUETE ESTRUCTURAL CONSTATADO										GRANULOMETRIA										Calicata N° 1			
Constantes Fisicas				Km. 1015 Ascendente						Clasificación				Ddad.		Valor Soporte							
L.L.	P.L.	I.P.	1 1/2	1"	3/4	3/8	4	10	40	100	200	H.R.B.	seca	Hdad.	%	Hinch.							
Carreta Concreto Asfáltico																							
Base de Concreto Asfáltico																							
Suelo Arena Asfalto																							
Sub Base Granular		100	95,7	84,3	61,6	36,1	31,8	24,5		19,1	A-1 b	2,11	4,9	79,5									
Suelo Seleccionado	22,8	16,4	6,4							94,3	89,1	69,6	A-4 (7)	1,84	9,7	11,0	0,40						
Suelo Nucleo	26,0	16,7	9,3							99,5	98,7	52,4	A-4 (3)										
PAQUETE ESTRUCTURAL CONSTATADO										GRANULOMETRIA										Calicata N° 2			
Constantes Fisicas				Km. 1026 Descendente						Clasificación				Ddad.		Valor Soporte Estático							
L.L.	P.L.	I.P.	1 1/2	1"	3/4	3/8	4	10	40	100	200	H.R.B.	seca	Hdad.	%	Hinch.							
Carreta Concreto Asfáltico																							
Base de Concreto Asfáltico																							
Suelo Arena Asfalto																							
Sub Base Granular		100	94,5	81,3	59,7	40,2	35,0	27,4		11,1	A-1 a	2,15	5,3	82,0									
Suelo Seleccionado	20,9	14,0	7,0							98,8	96,5	75,5	A-4 (8)	1,78	11,6	13,5	0,35						
Suelo Nucleo																							
PAQUETE ESTRUCTURAL CONSTATADO										GRANULOMETRIA										Calicata N° 3			
Constantes Fisicas				Km. 1035 Ascendente						Clasificación				Ddad.		Valor Soporte Estático							
L.L.	P.L.	I.P.	1 1/2	1"	3/4	3/8	4	10	40	100	200	H.R.B.	seca	Hdad.	%	Hinch.							
Carreta Concreto Asfáltico																							
Base de Concreto Asfáltico																							
Suelo Arena Asfalto																							
Sub Base Granular		100	90,0	87,6	68,5	40,2	33,8	26,1		13,2	A-1 a	2,09	4,0	68,0									
Suelo Seleccionado	20,5	11,7	8,8							94,8	83,3	28,5	A-2-4 (0)	1,68	9,2	9,0	0,26						
Suelo Nucleo	19,2	14,5	4,6							81,1	68,3	22,0	A-2-4 (0)										
PAQUETE ESTRUCTURAL CONSTATADO										GRANULOMETRIA										Calicata N° 4			
Constantes Fisicas				Km. 1042 Ascendente						Clasificación				Ddad.		Valor Soporte Estático							
L.L.	P.L.	I.P.	1 1/2	1"	3/4	3/8	4	10	40	100	200	H.R.B.	seca	Hdad.	%	Hinch.							
Carreta Concreto Asfáltico																							
Base de Concreto Asfáltico																							
Suelo Arena Asfalto																							
Sub Base Granular		94,2	80,1	68,2	52,8	38,4	33,1	25,7		15,2	A-1 b	1,96	6,6	60,3									
Suelo Seleccionado	20,7	17,1	3,6							99,7	98,9	53,8	a-4 (4)	1,73	13,6	8,0	0,33						
Suelo Nucleo	28,2	14,6	13,6							98,2	96,6	87,5	A-6 (9)										

PLANILLA DE CAMPAÑA DE LA RUTA NACIONAL N.º11

Distrito N°:	18	Capa de Rodamiento:	Mezcla Asfáltica
Ruta:	11	Evaluador:	Moreno,R. Nicolas
Tramo:	AUTODROMO - ARROYO INE (PTE)		
Fecha:	12/ 2	2025	Sentido:
Carri:	1	Banquina:	Ascendente No estabilizada
Progresiva Inicial (km):	1010,52	Ancho Banq Izq (m):	3,00
Progresiva Final (km):	1050,31	Ancho Banq Der (m):	3,00
Distancia al Origen Inicial (km):	700,95		
Distancia al Origen Final (km):	730,44		
Ancho de Calzada (m):	7,70	Señaliz. Horizontal:	Completa

Distancias (km)	Deformación Transversal (mm)		Fisuración		Desprendimiento (m ²)		Estado Banquinas	Estado Bordes de Calzada	Estado Drenaje	Carril más Deteriorado	Exudación
	Ahuell	Hund	D3	m ²	Peladura	Bache					
2	15	0	6	1	6	117	Regular	Bueno	Desc	No	
4	10	0	6	1,5	3	9	Regular	Bueno	Asc	No	
6	0	0	6	1,5	0	5	Malo	Bueno	Desc	No	
8	0	0	0	0	0	0	Regular	Bueno	Asc	No	
10	38	0	0	0	2	16	Regular	Bueno	Asc	Extendida	
12	25	0	6	0,5	0	18	Regular	Bueno	Asc	Extendida	
14	10	0	4	0,5	0	4	Regular	Bueno	Asc	Extendida	
16	16	0	6	0,5	0	2	Regular	Bueno	Desc	Leve	
18	13	0	0	0	0	0	Malo	Bueno	Asc	Extendida	
20	10	0	0	0	0	0	Regular	Bueno	Asc	Leve	
22	9	0	4	0,5	4	588	Regular	Bueno	Asc	Leve	
24	10	0	0	0	0	190	Regular	Bueno	Desc	Leve	
26	7	0	6	0,5	0	0	Regular	Bueno	Asc	No	
28	8	0	4	0,2	0	0	Regular	Bueno	Asc	Puntual	
30	2	0	6	0,5	0	620	Regular	Bueno	Asc	Puntual	
32	18	0	6	2,5	0	0	1415	Regular	Bueno	Asc	Puntual
34	13	0	6	0,5	0	2	450	Regular	Bueno	Asc	Leve
36	9	0	6	0,5	0	0	1037	Regular	Bueno	Desc	Leve
38	12	0	6	1,5	0	4	217	Regular	Bueno	Desc	Leve
40	9	0	4	1,5	0	2	244	Regular	Bueno	Asc	Leve
Total							1,15	2,466			

OBSERVACIONES:

SELLADO DE FISURAS Y FISURA GRADO 6 EN EL TRAMO

PLANILLA DE AUDITORÍA EN ETAPA DE OPERACIÓN						
CAMINOS RURALES						
TEMAS GENERALES						
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿La vía tiene separador central? Si es así, ¿Es adecuado el ancho y las pendientes del mismo?			x		
2	¿El ancho de carriles es adecuado para: 2.1 Volumen de tránsito? 2.2 Velocidad?			x		No, por estar construido en base a normas antiguas.
3	¿La vía tiene combinaciones de curvas o curvas continuas que pueden resultar peligrosas para conductores? ¿De ser así, están señalizadas?			x		
4	¿Hay curvas en la vía que sean muy cerradas y representen un peligro para los usuarios? ¿Están señalizadas?			x		
5	¿El diseño de las curvas verticales, permite en su punto más bajo una correcta distancia de visibilidad hacia el frente?				x	
6	¿El ancho de carriles es adecuado para permitir a los conductores retomar la calzada, en caso de despiste?			x		
7	¿La pendiente longitudinal o transversal de la calzada puede llegar a ser insegura para los conductores?			x		La pendiente transversal es la mínima para correcto escurrimiento.
8	¿Las velocidades máximas señalizadas en la vía corresponden a las velocidades máximas de diseño de la misma?			x		Principal problema, ya que la velocidad de diseño es de 80 km/h y las señalizadas son de 110km/h
9	¿El límite de velocidad fijado es apropiado para las actividades adyacentes y características del entorno?			x		
10	¿Las velocidades de operación predominantes son iguales o menores a las velocidades máximas aceptadas y señalizadas en la ruta?				x	Radar fuera de funcionamiento
CONDICIONES DE LA CALZADA Y BANQUINA						
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿En caso de que la vía no se encuentre pavimentada puede suponer un riesgo para los distintos usuarios de la misma (vehículos y peatones)?				x	

	¿Se detectaron fallas en el pavimento? Especifique:					
2	2.1 Fisuras	x			D3 = 4,1	
	2.2 Degradación de pavimento - Baches	x				
	2.3 Bacheos	x				
	2.4 Ahuellamientos	x				
	2.5 Manchas de exudación	x				
	2.6 Corrugaciones		x			
	2.7 Otras			x		
3	¿Se detectaron fallas en la banquina? Especifique:					
	3.1 Descalce de banquina (cm de descalce)	x			Variando entre 5 a 15 centímetros	
	3.2 Socavación del terreno	x				
	3.3 Banquina sin estabilizar	x				
	3.4 Banquina con vegetación		x			
	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL					
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿Existen tramos que no cuenten con ningún tipo de señalamiento horizontal?		x			El tramo se encuentra recientemente pintado
2	¿El señalamiento se encuentra en mal estado?			x		
	2.1 Desgaste de la demarcación (falta de pintura).			x		Se observa la pintura anterior debajo de la nueva.
	2.2 Demarcación con poca reflectividad (falta reflectividad).			x		
3	¿El material de la pintura utilizada es el adecuado?	x				
4	¿El color de la pintura es el adecuado?	x				
5	¿Existe demarcación longitudinal central o eje?	x				
	5.1 ¿Está coincidente con la geometría de cada tramo? (Simple línea continua, doble línea continua, línea discontinua, doble línea mixta).	x				
	5.2 ¿La señalización longitudinal de prohibición de sobre paso está presente en todas las curvas (verticales y horizontales)?	x				Excepto en una curva donde la visibilidad es la correcta y se permite el sobre paso
	5.3 ¿Existe señalización longitudinal de prohibición de sobre paso en tramos con visibilidad suficiente? (Implementación inadecuada o innecesaria).			x		

	¿Las líneas discontinuas longitudinales de demarcación horizontal tienen la separación adecuada para el tipo de camino?	x			9 metros de separación
6	6.1 ¿La dimensión de los bastones es la correcta para el tipo de camino?	x			3 metros
7	¿En zonas con condiciones climáticas o de visibilidad adversas, se consideró la implementación de líneas centrales y de borde con texturas? (conformadas o planas).		x		
8	¿En aproximación a peajes, intersecciones, curvas u obstáculos que ameriten reducir la velocidad, se proyectó la implementación de líneas auxiliares transversales de distribución semilogarítmica (BOS)?		x		En algunas curvas si
9	9.1 ¿La demarcación de borde cumple con el ancho correcto para el tipo de camino?	x			
9	9.2 ¿La demarcación horizontal de borde cuenta con línea simple, vibrante o sonora?	x			linea simple
	En los casos donde la carpeta de rodamiento sea de pavimento rígido o pavimento flexible de color muy claro:		x		
10	10.1 ¿Los bastones inician con una línea discontinua de color negro, con la misma dimensión del bastón blanco?			x	
	10.2 ¿Las líneas de borde tienen una línea paralela de color negro, con una dimensión de 0.05 m?			x	
11	¿Existen lomos de burro sin señalamiento horizontal?		x		
12	¿Ausencia de señalización necesaria de reglamentación e indicación?	x			
13	¿En caso de que exista señalización horizontal de limitación de velocidad, está coherente con la señalización vertical?	x			
14	¿Es adecuada la implementación de la señalización indicativa?		x		
15	¿Los cruces ferroviarios cuentan con la señalización horizontal correspondiente?			x	
	¿Los pictogramas están ubicados y son visibles de manera correcta?	x			
16	16.1 Óvalo de velocidad máxima permitida	x			
	16.2 Triángulo de ceda el paso	x			
	16.3 Rombo de carril exclusivo			x	

	16.4 Estacionamiento			x	
	16.5 Otros			x	
17	¿Las líneas de frenado de "PARE" se encuentran ubicadas y son visibles en zonas donde pueden ser respetadas?	x			
18	¿Existen señalización horizontal en: 18.1 Desvíos o intersecciones (sentido de circulación)	x			Precaria
	18.2 Conformación de isletas centrales?		x		Deberíamos tener
19	¿El rayado de las líneas de isletas y desvíos está colocado en el sentido de circulación?		x		
20	En zonas con alta incidencia de niebla, ¿están definidas correctamente las marcas para niebla (jinetas)?	x			
21	¿Se han borrado correctamente otras marcas viales ya en desuso?		x		
SEÑALAMIENTO VERTICAL					
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA
1	¿Tiene coherencia la señal vertical con la demarcación horizontal en todo el tramo?	x			
2	¿Se detectaron puntos donde no existe el señalamiento vertical requerido?	x			En intersecciones
3	¿Existe señalamiento confuso y de poca comprensión?		x		Señal al revés
	¿Se observa señalamiento en mal estado?				
4	4.1 Pérdida de pintura	x			
	4.2 Poca reflectividad	x			
	4.3 Estructura dañada	x			
	4.4 Vida útil	x			
	4.5 Otros				
5	¿Existe señalamiento que esté fuera de norma?	x			Anuncios
6	¿Las señales con uno o dos postes se ubicarán con una distancia mínima adecuada de la calzada?	x			Cartel de un poste a 4 metros y el de dos postes a 4,2 metros
	¿Es necesario colocar paneles de prevención?		x		
7	7.1 ¿Los paneles de prevención tienen el sentido de inclinación de las líneas de forma correcta al sentido de recomendación?	x			

8	¿Las señales ubicadas de forma preventiva están distanciadas de manera que la distancia de visibilidad permita observar y procesar cada una de las señales?	x			
9	¿El límite de velocidad señalado es coherente con la geometría del camino?		x		La ruta fue diseñada con la velocidad directriz de 80 km/h y la señalización dice 110 km/h
10	¿Existe señalamiento en la señalización de reducción de velocidad?	x			Algunos carteles estan mal colocados o repetidos
11	¿La cartelería instalada en pórticos tiene la inclinación recomendada y el gálibo necesario?	x			
12	¿En curvas muy cerradas, existe señalización de reducción de velocidad y está bien ubicada?		x		No hay curvas muy cerradas, son amplias.
13	14.1 ¿En zonas de alta probabilidad de despiste se instalaron hitos de arista en la adecuada densidad?			x	
	14.2 ¿Los hitos de arista están ubicados en el límite externo de la banquina?			x	
14	¿Las señalizaciones de orientación en las intersecciones son adecuadas y suficientes?	x			
	15.1 ¿Correctamente ubicadas?	x			
	15.2 ¿Y en las vías secundarias están correctamente señalizadas?		x		Carteles de "PARE" faltantes
15	¿Luego de pasar la intersección, se muestra cartelería con la confirmación de destinos?	x			
16	¿Las señales informativas de orientación son legibles y se entienden fácilmente?	x			
17	¿La señal de "PARE" es implementada de manera correcta, donde los usuarios puedan respetarla y es coherente con la señalización horizontal?		x		
18	¿Hay señalización de diferentes velocidades máximas según tipo de vehículo?	x			
19	¿Existe cartelería informativa sobre los puntos de auxilio vial y sus números de contacto?	x			
20	¿Se retiraron señales provisionales que no están en uso?	x			
21	¿Los mensajes de la cartelería variable son los correctos?	x			

22	¿Las zonas de peajes están señalizadas con suficiente anticipación?			x	
ZONAS DESPEJADAS / SISTEMAS DE CONTENCIÓN Y REDIRECCIÓN VEHICULAR					
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA
1	¿El ancho de la zona despejada es suficiente y seguro de acuerdo al entorno de la vía?			x	
	¿La zona despejada está libre de elementos que puedan resultar inseguros para vehículos errantes?			x	
2	2.1 ¿De haber elementos, pueden ser removidos?	x			
	2.2 ¿De no ser así, está protegido este elemento?			x	
	2.3 ¿Es adecuado y seguro el sistema de protección?			x	
3	¿Hay taludes al costado de la vía con pendiente que puedan generar vuelco de vehículos?	x			
	3.1 ¿De ser así, tienen sistema de contención adecuado y seguro?			x	
4	¿La ubicación de los muros de contención representan un peligro para los vehículos?			x	
5	¿Hay alcantarillas longitudinales o transversales donde su configuración resulte insegura para vehículos errantes?		x		
	5.1 ¿De ser así, tienen sistemas de contención o protección adecuados?			x	
6	¿Hay establecimientos de descanso o de recarga de combustible dentro de la zona despejada de la ruta?	x			
	6.1 ¿Son seguros los ingresos y egresos a los mismos?			x	
	6.2 ¿Están señalizados?	x			
7	¿Los costados del camino están libres de distracciones como publicidad, obras de arte, monumentos, entre otros?		x		En las intersecciones el triangulo de visibilidad se encuentra obstruido
8	¿El alambrado está conservado de forma adecuada		x		
9	¿Los sistemas de contención instalados tienen los certificados de homologación?	x			
10	¿Todos los obstáculos fijos al margen del camino están correctamente protegidos?			x	

11	¿Los sistemas de contención instalados cumplen con los parámetros de diseño (nivel de contención, anchura de trabajo, deflexión dinámica y nivel de severidad)?		x		No hay
12	¿Todos los taludes que no son recuperables están protegidos?		x		
13	¿Todas las alcantarillas transversales y longitudinales están debidamente protegidas?		x		
14	¿Se mantienen las características de diseño de los sistemas de contención (se mantiene la altura, disposición en la sección transversal)?		x		
15	¿El sistema de contención está correctamente instalado de acuerdo a las especificaciones dispuestas por el fabricante?	x			
16	¿El sistema de contención está correctamente conservado y se ha sustituido adecuadamente en caso de impacto?	x			
17	¿Las barreras rígidas están colocadas en zonas donde se requiere poca deflexión ante un impacto?	x			
18	¿Los terminales de las barreras rígidas están tratados correctamente?		x		
	18.1 ¿Los extremos son diseñados con un remate disminuyendo progresivamente su tamaño original hasta el nivel de la calzada?		x		
	18.2 ¿Dando continuidad con una barrera semirrígida?		x		
19	¿Las barreras semirrígidas cuentan con la longitud mínima estructural (LME) para garantizar que el vehículo que impacte sea redireccionado?	x			
20	¿La distancia lateral entre el borde de la banquina y el sistema de contención es la suficiente?		x		
	20.1 ¿Esta distancia está completamente despejada?	x			
21	¿Existe anchura suficiente para la deformación de la barrera sin que llegue a impactar con el obstáculo (ancho de trabajo o deflexión dinámica)?	x			
22	¿La cimentación del sistema de contención es el adecuado y permite su correcto funcionamiento?	x			

23	¿Las chapas de flex beam están solapadas en dirección al tránsito?		x		
24	¿Los solapes de las chapas de flex beam tienen todos los bulones?		x		
	Cuando existe continuidad de una barrera semirrígida a una barrera rígida:				
25	25.1 ¿El espaciamiento de los postes de la barrera semirrígida es de menor dimensión cuando se aproxima a la barrera rígida?	x			
	25.2 ¿El anclaje de la barrera semirrígida con la barrera rígida es el adecuado?		x		
26	¿Existe infraestructura (cordón, vereda u otros) antes de la barrera semirrígida?		x		
	¿Los terminales de las barreras están diseñados correctamente?		x		
	27.1 ¿Tienen el abatimiento adecuado en los extremos teniendo en cuenta el doble sentido de circulación?		x		
27	27.2 ¿Está provisto con amortiguadores de impacto?		x		
	27.3 ¿Tienen terminales de cola de pez?	x			
	27.4 ¿El abocinamiento del sistema de contención es el adecuado?			x	
28	¿Las curvas cuentan con sistema de protección para motociclistas?		x		
	¿Las barreras flexibles están instaladas correctamente?		x		
	29.1 ¿A una distancia adecuada para garantizar una deflexión ante un impacto?		x		
29	29.2 ¿Los cables están anclados de manera segura?		x		
	29.3 ¿Los postes están anclados a una base de hormigón?	x			
30	¿Los amortiguadores de impacto sin o con capacidad de redireccionamiento están ubicados adecuadamente?		x		
31	¿Se ha detectado alguna zona de protección de algún obstáculo en la que se precise la colocación de amortiguadores de impacto?	x			
32	¿El sistema de contención puede crear pérdidas de visibilidad?			x	
33	¿Falta de sistema de contención en medianas franqueables?			x	
34	¿Existe socavación del terreno donde se encuentran empotrados los postes de las defensas?	x			

35	¿Las isletas de zonas de peajes cuentan con amortiguadores de impacto?			x	No hay peajes en el tramo
INTERSECCIONES E INTERCAMBIADORES					
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA
1	¿Las intersecciones están ubicadas en coherencia con la geometría de la vía?	x			
2	¿Se han tenido en cuenta en las intersecciones de la vía a todos los usuarios de la misma?			x	
3	¿Hay distancia de visibilidad adecuada para los vehículos que ingresan y egresan?			x	
4	¿La demarcación horizontal es adecuada y segura en la intersección?		x		
5	¿Las trayectorias de los vehículos a través de las intersecciones están canalizadas claramente?		x		
6	¿Todos los carriles están demarcados adecuadamente?	x			
7	¿En las intersecciones, el ancho de los carriles está bien proporcionado para todos los tipos de vehículos?		x		
8	¿Están claramente definidas las prioridades de paso?			x	
9	¿La intersección está iluminada?				
	9.1 ¿La iluminación es suficiente y adecuada?			x	
	9.2 ¿Se implantaron según la norma y de manera segura?	x			
10	¿Los radios de las curvas horizontales cumplen con el mínimo según la velocidad estimada para la intersección?	x			
11	¿La ubicación del intercambiador atiende las necesidades de la comunidad de los alrededores?			x	
12	¿El diseño del intercambiador se ajusta con otros diseños a lo largo del corredor o red a la que pertenece?			x	
13	¿El espaciamiento entre intercambiadores es adecuado?			x	
14	¿La distancia de visibilidad para vehículos que se aproximan es segura?	x			
15	¿La longitud de entrecruzamiento cumple con las normas de diseño?	x			
16	¿La longitud del carril de desaceleración es suficiente, adecuada a la velocidad de la vía y visibilidad suficiente?	x			

17	¿Hay señales preventivas anticipando la proximidad de la intersección y posibilidad de carriles de giro?	x				
18	¿Las señales de indicación, están colocadas con la suficiente anticipación para permitir a los usuarios tomar la decisión en la intersección con el tiempo suficiente?	x				
19	¿El intercambiador está iluminado?			x		
	19.1 ¿La iluminación es suficiente?			x		
DRENAJE						
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿El drenaje funciona correctamente para evitar inundaciones en la calzada?	x				
2	¿La pendiente de bombeo es adecuada para el drenaje de la calzada?	x				
3	¿Se observa acumulaciones de agua sobre la calzada?			x		
4	¿Se observa cruces de cursos de agua que pueden afectar a la calzada?			x		
5	¿El drenaje está configurado de tal manera que represente un riesgo para todos los tipos de usuarios de la ruta?			x		
6	¿Las alas de las alcantarillas transversales superan el nivel de la calzada?	x				
	6.1 ¿Están protegidos con un sistema de defensa lateral?			x		Ausencia de defensa
7	¿Los bordes de alcantarillas transversales están bien protegidos de manera que los mismos no representen un riesgo?			x		Representan un riesgo
8	¿Las alcantarillas tienen cabezales para evitar tubificación (erosión del suelo) debajo de la carpeta asfáltica?	x				
9	¿Las alcantarillas y drenaje en general están libres de obstáculos o elementos que no permitan su correcto funcionamiento?		x			
10	¿Las alcantarillas longitudinales tienen elementos de protección para evitar impacto con vehículos errantes?		x			
12	¿Las inclinaciones de los taludes de las cunetas existentes, son lo suficientemente tendidas que permitan el redireccionamiento ante un despiste?		x			En todo el tramo el talud varia de 1:2 a 1:3

13	¿Los canales existentes están correctamente protegidos?			x		Canal desprotegido

ILUMINACIÓN

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿La ruta está iluminada en todos sus sectores?			x		
2	¿La iluminación hace notar todos los elementos de la ruta?		x			
3	¿La iluminación permite ver las señales e indicaciones verticales y horizontales a una distancia prudencial?		x			
4	¿Los refugios de ómnibus se encuentran iluminados?			x		
5	¿Los postes de iluminación se encuentran protegidos correctamente?		x			
6	¿Hay iluminación en la división central?				x	
7	¿Están los postes de iluminación dentro del sistema de contención provocando una discontinuidad del mismo?				x	
8	¿Las intersecciones y los accesos, entre otros, se encuentran iluminados de manera correcta?		x			
9	¿Hay elementos como arbustos que puedan interrumpir la iluminación de la vialidad o de un elemento de la misma?			x		
10	¿Las zonas de descanso y servicio están correctamente iluminadas?		x			
11	¿Los postes de las luminarias al costado de la vía son de columna frangibles?			x		
12	¿Las sendas peatonales y ciclovías están iluminadas correctamente?				x	

PUENTES, VIADUCTOS Y TÚNELES

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿Se mantienen las secciones transversales de puentes, viaductos, túneles y sus accesos?	x				
2	¿El ancho de carriles en el tablero del puente es adecuado para todos los tipos de vehículos?			x		Pero coincide con el ancho de la calzada
3	¿Se mantiene el mismo número de carriles, tanto dentro como fuera del túnel / viaducto / puente?	x				

4	¿El drenaje estimado para el tablero del puente es suficiente según la estimación de lluvias?	x				
5	¿Se han proyectado veredas para peatones y espacios para ciclistas?		x			
6	¿La altura proyectada de las barandas y su resistencia, será segura para los usuarios más vulnerables?		x			
7	¿La transición de baranda de puente y barrera de contención de la vía, está proyectada de manera segura?		x			
USUARIOS VULNERABLES						
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿Existen suficientes cruces peatonales, considerando el aproximado de usuarios que tienen la necesidad diaria de cruzar la vía?		x			
	1.1 ¿El ancho de las sendas peatonales es el adecuado?			x		
	1.2 ¿La ubicación de los pasos de peatones es adecuada? ¿Tienen visibilidad los pasos de peatones desde el vehículo?			x		
2	¿En tramos donde existen establecimientos (centros de salud, escuelas, comercio, entre otros) del otro lado de la vía, se proyectó infraestructura adecuada para el cruce peatonal?		x			
3	¿Existe infraestructura adecuada y segura para el tránsito de ciclistas en zonas donde se requiera?		x			
4	¿Los cruces peatonales están ajustados para ser usados por personas con movilidad reducida (rampa de discapacitados)?			x		
5	Las sendas peatonales:					
	5.1 ¿Están ubicadas continuas a las rampas de discapacitados?			x		
	5.2 ¿Tienen el ancho adecuado para el flujo de peatones que la utilizan?			x		
6	¿En caso de que el cruce de la calzada sea excesivamente largo, se permite el cruce en dos tiempos?		x			
7	¿Los peatones tienen trayectos muy largos en intersecciones?	x				
	¿Las paradas de ómnibus están ubicadas en zonas con suficiente visibilidad y en un carril auxiliar, separado del tránsito regular de la vía?			x		Las paradas no disponen de dársenas

8	8.1 ¿El diseño del carril auxiliar de parada está diseñado de manera tal que pueda albergar a varios ómnibus al mismo momento?			x		
	8.2 ¿El diseño del carril auxiliar de parada no interrumpe la visibilidad del tránsito regular de la vía?			x		
	8.3 ¿Las paradas están debidamente señalizadas?		x			
9	¿La infraestructura ejecutada para peatones y ciclistas es adecuada para cualquier época del año?			x		
10	¿La infraestructura para usuarios vulnerables cuenta con la iluminación adecuada?			x		
OTROS ASPECTOS						
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	P	NO	NA	OBSERVACIONES
	¿Existen carriles de parada para vehículos, descanso o estacionamiento?		x			Preguntar a que se refiere. Hay camiones estacionados frente a la YPF pero no hay refugio o estacionamiento como tal
1	1.1 ¿Estos no interrumpen la visibilidad del tránsito regular de la vía?	x				
	1.2 ¿Cuentan con suficiente distancia de visibilidad a la salida de la parada?		x			
	1.3 ¿El acceso y dimensiones del refugio o parada es suficiente para el tamaño de los vehículos esperados (carga pesada)?			x		
2	¿Existen bermas de despeje en zonas de largas distancias?			x		
3	En caso de existir reductores de velocidad, ¿cuentan con señalamiento vertical y horizontal?			x		
4	¿Existen puntos de auxilio vial y funcionan correctamente?		x			

PLANILLAS DE AUDITORÍA DE PUENTES EN EL TRAMO

Puente Rio Tragadero	
Ancho (m)	6,7
Largo (m)	50
Defensas rígidas (m)	52
Defensas flexibles (m)	97
Desague	Malas condiciones
Fisuras/grietas en EP de la superestructura	Dada la antigüedad del puente y las normas de diseño utilizadas, las fisuras existentes se consideran compatibles con estos criterios.
Fisuras/grietas en EP de subestructura	Fisuras verticales por contracción del hormigón
Fisuras/grietas en EE secundarios	Fisuras en modillones, postes de barandas y veredas
Fisuras/grietas en fundaciones	No observable a simple vista
Fe expuesta en EP de superestructura	Puntuales en vigas transversales y en losa de tablero
Fe expuesta en EP de Subestructura	El recubrimiento insuficiente, la porosidad del hormigón y la agresividad del agua afectan la pila. Se debe evaluar la pérdida de sección de la armadura, determinar la necesidad de refuerzo, verificar la extensión del daño y reparar a corto plazo.
Fe expuesta en EE secundarios	En barandas, veredas y modillones
Fe expuesta en fundaciones	No se puede observar
Deficiencias de recubrimiento en EP de superestructura	Localizada en vigas transversales
Deficiencias de recubrimiento en EP de subestructura	No se observa
Deficiencias de recubrimiento en EE secundarios	A causa del problema citado en el apartado de armadura expuesta, se debería estudiar en forma detallada este ítem antes de emitir una calificación
Deficiencias de recubrimiento en fundaciones	No observable a simple vista
Otros defectos en EP de superestructura	Segregación, Juntas de hormigón desprolijas, No fueron retirados los alambres de atado y sujeción de los encofrados
Otros defectos en EP de subestructura	Segregación. Degradación de la superficie por efecto del medio ambiente
Otros defectos en EE Secundarios	Segregación, manchas de humedad y acumulación de moho
Otros defectos en fundaciones	No observable a simple vista. Y no hay indicios de asentamientos generales o diferenciales
Problemas en aparatos de apoyo	Apoyos oxidados, rotados y obstruidos por la acumulación de suelo y restos de mezcla asfáltica
Afectaciones de losas de aproximación	No posee

Estado de dispositivos de junta de dilatación	Según planos tipos, debería tener junta de dilatación, pero debido a las sucesivas repavimentaciones que pasaron por arriba de la junta sin reconstruirla o rediseñarla, se procedió a sacar testigos para determinar la existencia o no de la junta y de la losa de aproximación. Los resultados fueron negativos, es decir, que no se encontró la junta ni la losa de aproximación.
Fisuras, grietas, oquedades o baches en carpeta de desgaste	Carpeta nueva
Fisuras, grietas, baches, ahuellamiento en carpeta de Acc.	Es evidente que hay un problema en la estructura del pavimento, que si bien es puntual, puede agravarse con el ingreso de agua de lluvia. El principal problema es la falta de la losa de aproximación y la junta de dilatación.
Peligros para el tránsito por obstáculos y/o mala señalización	Puente en zona perিurbana: Se observa circulación de peatones, ciclistas y motociclistas. Hay que reforzar la señalización.
Defectos en barandas peatonales	Perdida de sección de hormigón con Fe exp en zona puntual. Falta de mantenimiento rutinario (limpieza y pintura)
Defectos en defensas vehiculares	No posee. La defensa peatonal cumple esa función
Defectos en barandas de accesos	Si bien la barandas fueron recientemente colocadas, no tienen continuidad con la baranda del puente. El nivel de contención es bajo
Estado de iluminación u otras instalaciones o servicios	No hay servicios adosados al puente
Insuficiencias de desagües en puente	Recientemente acondicionados a la nueva carpeta
Problemas relativos a escaleras de desagües	No posee escalera de desagües
Afectaciones en cunetas o descargas longitudinales	Atendidas por contrato
Socavación localizada en pilas y estribos	En el estribo N°1 se observa la destrucción total del encadenado del tablero estacado de la defensa del terraplén de vuelta.
Erosión de márgenes	Erosión moderada
Erosión generalizada	No se observa
Agradación generalizada	No se observa
Reducción de sección por obstrucciones en puente	Agradación parcial en tramo tres
Necesidad de limpieza o remoción de obstáculos en cauce	SI
Necesidad de reconfiguración del cauce	NO
Defecto de protecciones en puente	Rotura de protección, reparaciones precarias. Realizar evaluación detallada
Defecto de protecciones en cauce	No posee
Ineficiencia hidráulica	Pilas rectangulares
Insuficiencia hidráulica	Reducción de las secciones de escurrimiento de los dos tramos extremos por el avance de la defensa de los estribos al cauce. Agradación parcial
Afectaciones ambientales	Indicios de uso de la costa por pescadores ocasionales.

Puente Arroyo Caroli	
Ancho (m)	6,7
Largo (m)	25
Defensas rígidas (m)	27
Defensas flexibles (m)	35
Desague	Malas condiciones
Fisuras/grietas en EP de la superestructura	Dada la antigüedad del puente y las normas de diseño utilizadas, las fisuras existentes se consideran compatibles con estos criterios.
Fisuras/grietas en EP de subestructura	No se observa
Fisuras/grietas en EE secundarios	En modilones y postes de barandas
Fisuras/grietas en fundaciones	No observable a simple vista
Fe expuesta en EP de superestructura	No se observa
Fe expuesta en EP de Subestructura	No se observa
Fe expuesta en EE secundarios	Modillones de veredas
Fe expuesta en fundaciones	No observable a simple vista
Deficiencias de recubrimiento en EP de superestructura	No se observa
Deficiencias de recubrimiento en EP de subestructura	No se observa
Deficiencias de recubrimiento en EE secundarios	En guardaruedas
Deficiencias de recubrimiento en fundaciones	No observable a simple vista
Otros defectos en EP de superestructura	Por error de nivelacion se disminuyo la altura de la viga en los apoyos. Acumulacion de telarañas. Multiplicacion de nidos de avispas
Otros defectos en EP de subestructura	No se observa
Otros defectos en EE Secundarios	Manchas de humedad y acumulacion de moho
Otros defectos en fundaciones	No se observa
Problemas en aparatos de apoyo	Falta mantenimiento rutinario
Afectaciones de losas de aproximación	Este puente es de tres tramos de vigas continuas, con uno central y dos en voladizos que en sus extremos terminan en un falso estribo que sirve de anovo a la losa de anroximacion. Es decir que en este tipo de

Estado de dispositivos de junta de dilatación	No posee junta de dilatacion o esta tapada por las sucesivas repavimentaciones
Fisuras, grietas, oquedades o baches en carpeta de desgaste	La carpeta de rodamiento es nueva y ya se observa una fisura transversal en ambas cabeceras del puente
Fisuras, grietas, baches, ahuecamiento en carpeta de Acc.	Obra en ejecucion Malla 545, carpeta nueva
Peligros para el tránsito por obstáculos y/o mala señalización	Señalizacion pobre
Defectos en barandas peatonales	Agrietados y fisurados. Falta de mantenimiento de rutina (limpieza y rutina).
Defectos en defensas vehiculares	No posee. La defensa peatonal cumple esa función
Defectos en barandas de accesos	Las barandas de acceso son del tipo flex beam. La disposicion de las mismas no cumplen con la reglamentacion vigente. Ademas faltan bulones de sujecion en todos los empalmes
Estado de iluminación u otras instalaciones o servicios	No hay servicios adosados al puente
Insuficiencias de desagües en puente	Tapados por repavimentacion malla545
Problemas relativos a escaleras de desagües	No posee. La falta de la misma provoca que el agua de las lluvias erosionan en forma acelerada el terraplen de la cabecera del puente
Afectaciones en cunetas o descargas longitudinales	Falta rectificacion y adecuacion de la seccion
Socavación localizada en pilas y estribos	En pila 1
Erosión de márgenes	NO
Erosión generalizada	NO
Agradación generalizada	Agradacion parcial en tramo central sobre pila 2
Reducción de sección por obstrucciones en puente	NO
Necesidad de limpieza o remoción de obstáculos en cauce	NO
Necesidad de reconfiguración del cauce	SI
Defecto de protecciones en puente	Solo posee proteccion la parte frontal del estribo
Defecto de protecciones en cauce	No posee
Ineficiencia hidráulica	Pilas rectangulares
Insuficiencia hidráulica	El puente es de tres tramos, pero la unica seccion util hasta un determinado nivel de creciente es la central
Afectaciones ambientales	NO

Puente Arroyo Iné	
Ancho (m)	6,7
Largo (m)	22
Defensas rígidas (m)	24
Defensas flexibles (m)	35
Desague	Malas condiciones
Fisuras/grietas en EP de la superestructura	Dada la antigüedad del puente y las normas de diseño utilizadas, las fisuras existentes se consideran compatibles con estos criterios.
Fisuras/grietas en EP de subestructura	NO
Fisuras/grietas en EE secundarios	En modillones de sosten de veredas, se encuentran agrietadas y otras fisuradas
Fisuras/grietas en fundaciones	No observable a simple vista
Fe expuesta en EP de superestructura	Se observa armadura a la vista en sectores aislados
Fe expuesta en EP de Subestructura	NO
Fe expuesta en EE secundarios	Modillones
Fe expuesta en fundaciones	No observable a simple vista
Deficiencias de recubrimiento en EP de superestructura	Se observan sectores donde los recubrimientos tienen espesores mucho menores a los mínimos recomendados
Deficiencias de recubrimiento en EP de subestructura	No se observa
Deficiencias de recubrimiento en EE secundarios	En veredas
Deficiencias de recubrimiento en fundaciones	No se observa
Otros defectos en EP de superestructura	Segregación, nidos de abejas, acumulación de telarañas y proliferación de nidos de avispas
Otros defectos en EP de subestructura	No se observa
Otros defectos en EE Secundarios	Manchas de humedad y acumulación de moho
Otros defectos en fundaciones	No se observa
Problemas en aparatos de apoyo	Falta mantenimiento rutinario
Afectaciones de losas de aproximación	No posee

Estado de dispositivos de junta de dilatación	No posee junta de dilatacion o esta tapada por las sucesivas repavimentaciones
Fisuras, grietas, oquedades o baches en carpeta de desgaste	Carpeta de rodamiento nueva
Fisuras, grietas, baches, ahueillamiento en carpeta de Acc.	Obra en ejecucion Malla 545, carpeta nueva
Peligros para el tránsito por obstáculos y/o mala señalización	Señalizacion pobre
Defectos en barandas peatonales	Agrietados y fisurados. Falta de mantenimiento de rutina (limpieza y rutina).
Defectos en defensas vehiculares	No posee. La defensa peatonal cumple esa función
Defectos en barandas de accesos	Las barandas de acceso tienen bajo nivel de contencion y no tienen continuidad con la baranda del puente. Ademas faltan bulones de sujecion en todos los empalmes.
Estado de iluminación u otras instalaciones o servicios	No hay servicios adosados al puente
Insuficiencias de desagües en puente	Tapados parcialmente por repavimentacion
Problemas relativos a escaleras de desagües	No posee. La falta de la misma provoca que el agua de las lluvias erosionan en forma acelerada el terraplen de la cabecera del puente
Afectaciones en cunetas o descargas longitudinales	Falta rectificacion y adecuacion de la seccion
Socavación localizada en pilas y estribos	En pila 1
Erosión de márgenes	NO
Erosión generalizada	NO
Agradación generalizada	NO
Reducción de sección por obstrucciones en puente	NO
Necesidad de limpieza o remoción de obstáculos en cauce	NO
Necesidad de reconfiguración del cauce	NO
Defecto de protecciones en puente	Solo posee proteccion la parte frontal del estribo
Defecto de protecciones en cauce	No posee
Ineficiencia hidraulica	NO
Insuficiencia hidraulica	NO
Afectaciones ambientales	NO

Puente Arroyo Ortega	
Ancho (m)	6,7
Largo (m)	25
Defensas rígidas (m)	27
Defensas flexibles (m)	35
Desagües	Malas condiciones
Fisuras/grietas en EP de la superestructura	Dada la antigüedad del puente y las normas de diseño utilizadas, las fisuras existentes se consideran compatibles con estos criterios.
Fisuras/grietas en EP de subestructura	NO
Fisuras/grietas en EE secundarios	En modillones y postes de barandas
Fisuras/grietas en fundaciones	No observable a simple vista
Fe expuesta en EP de superestructura	En sectores puntuales
Fe expuesta en EP de Subestructura	NO
Fe expuesta en EE secundarios	Cara inferior de guardaruedas y en modillones
Fe expuesta en fundaciones	No observable a simple vista
Deficiencias de recubrimiento en EP de superestructura	En losas de tablero
Deficiencias de recubrimiento en EP de subestructura	No observable a simple vista
Deficiencias de recubrimiento en EE secundarios	En guardaruedas
Deficiencias de recubrimiento en fundaciones	No observable a simple vista
Otros defectos en EP de superestructura	Segregación, juntas de hormigonado desprolijas en vigas principales
Otros defectos en EP de subestructura	Pilas con manchas de humedad y moho en el tercio superior y erosionadas, con pérdida de mortero cementicio de la superficie. Se debe analizar el agua para determinar su agresividad.
Otros defectos en EE Secundarios	Desprendimientos de hormigón, manchas de humedad
Otros defectos en fundaciones	No se observa a simple vista indicios que indiquen algún problema en las fundaciones del puente
Problemas en aparatos de apoyo	Apoyos oxidados y rotados
Afectaciones de losas de aproximación	Tapadas por repavimentación. A simple vista no se puede determinar la existencia de la losa de aproximación

Estado de dispositivos de junta de dilatación	Tapadas por repavimentacion. A simple vista no se puede determinar la existencia de la losa de aproximacion
Fisuras, grietas, oquedades o baches en carpeta de desgaste	Carpeta de rodamiento nueva
Fisuras, grietas, baches, ahueLLamiento en carpeta de Acc.	Carpeta nueva
Peligros para el tránsito por obstáculos y/o mala señalización	Señalizacion pobre
Defectos en barandas peatonales	Falta de mantenimiento de rutina (limpieza y rutina).
Defectos en defensas vehiculares	No posee. La defensa peatonal cumple esa función
Defectos en barandas de accesos	Si bien las barandas fueron reacondicionadas recientemente por estar incluido en un Contrato Crema, las mismas son de bajo nivel de contención, no tienen colocados todos los bulones, no tiene continuidad con la baranda del puente y el nivel de contencion es bajo.
Estado de iluminación u otras instalaciones o servicios	No hay servicios adosados al puente
Insuficiencias de desagües en puente	Desagues obstruidos
Problemas relativos a escaleras de desagües	No posee.
Afectaciones en cunetas o descargas longitudinales	Rectificacion, limpieza y mantenimiento a cargo de un crema de la Ruta N. N°11
Socavación localizada en pilas y estribos	No se observa
Erosión de márgenes	No se observa
Erosión generalizada	No se observa
Agradación generalizada	No se observa
Reducción de sección por obstrucciones en puente	No se observa
Necesidad de limpieza o remoción de obstáculos en cauce	No se observa
Necesidad de reconfiguración del cauce	No se observa
Defecto de protecciones en puente	No se observa
Defecto de protecciones en cauce	No posee
Ineficiencia hidraulica	Pilas rectangulares
Insuficiencia hidraulica	La defensa de los estribos avanzan hacia el cauce reduciendo la capacidad de escorrimiento de los dos tramos extremos
Afectaciones ambientales	NO

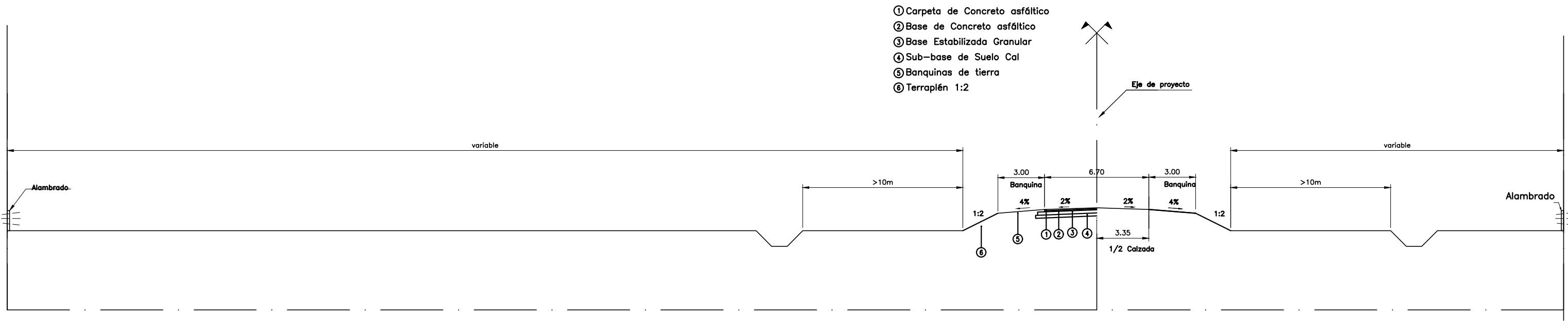
Puente Arroyo Guaycuru	
Ancho (m)	6,7
Largo (m)	30
Defensas rígidas (m)	32
Defensas flexibles (m)	40
Desague	Malas condiciones
Fisuras/grietas en EP de la superestructura	Dada la antigüedad del puente y las normas de diseño utilizadas, las fisuras existentes se consideran compatibles con estos criterios.
Fisuras/grietas en EP de subestructura	En encuentros de tabiques con las alas
Fisuras/grietas en EE secundarios	NO
Fisuras/grietas en fundaciones	No observable a simple vista
Fe expuesta en EP de superestructura	NO
Fe expuesta en EP de Subestructura	NO
Fe expuesta en EE secundarios	NO
Fe expuesta en fundaciones	No observable a simple vista
Deficiencias de recubrimiento en EP de superestructura	En losas de tablero
Deficiencias de recubrimiento en EP de subestructura	No observable a simple vista
Deficiencias de recubrimiento en EE secundarios	No observable a simple vista
Deficiencias de recubrimiento en fundaciones	No observable a simple vista
Otros defectos en EP de superestructura	Segregacion por falta de vibrado
Otros defectos en EP de subestructura	Segregacion y perdida de mortero cementicio por la accion erosiva del agua
Otros defectos en EE Secundarios	Mnachas de humedad y acumulacion de moho
Otros defectos en fundaciones	No observable a simple vista
Problemas en aparatos de apoyo	No aplica
Afectaciones de losas de aproximación	No aplica

Estado de dispositivos de junta de dilatación	No aplica
Fisuras, grietas, oquedades o baches en carpeta de desgaste	Carpeta de rodamiento nueva
Fisuras, grietas, baches, ahuellamiento en carpeta de Acc.	Carpeta nueva
Peligros para el tránsito por obstáculos y/o mala señalización	Señalizacion pobre
Defectos en barandas peatonales	Falta de mantenimiento de rutina (limpieza y rutina).
Defectos en defensas vehiculares	No posee. La defensa peatonal cumple esa función
Defectos en barandas de accesos	La baranda tiene bajo nivel de contencion, faltan bulones en los empalmes. No tiene continuidad con la baranda del puente
Estado de iluminación u otras instalaciones o servicios	No hay adosado ningun servicio a la estructura del puente
Insuficiencias de desagües en puente	Desague obstruidos
Problemas relativos a escaleras de desagües	No posee.
Afectaciones en cunetas o descargas longitudinales	Falta de mantenimiento
Socavación localizada en pilas y estribos	No se observa
Erosión de márgenes	No se observa
Erosión generalizada	No se observa
Agradación generalizada	No se observa
Reducción de sección por obstrucciones en puente	No se observa
Necesidad de limpieza o remoción de obstáculos en cauce	No se observa
Necesidad de reconfiguración del cauce	No se observa
Defecto de protecciones en puente	Alas rotas
Defecto de protecciones en cauce	No se observa
Ineficiencia hidraulica	Pilas rectangulares
Insuficiencia hidraulica	Defensa de estribo avanza sobre el cauce
Afectaciones ambientales	No se observa

PRESUPUESTO - MARZO 2025

Nº	Item/Rubros	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio parcial	Precio total	Precio en dolares	Observaciones
1	Calzada					\$ 30.329.915.096	\$ 28.206.821	
1.1	Repavimentado	m2	220500	\$ 122.793	\$ 27.075.851.168			
1.2	Ensanchamiento	m2	21000	\$ 154.955	\$ 3.254.063.929			
2	Banquinas	m2	105000	\$ 154.955	\$ 16.270.319.643	\$ 16.270.319.643	\$ 15.131.397	
3	Colectoras	m2	110100	\$ 106.271	\$ 11.700.480.039	\$ 11.700.480.039	\$ 10.881.446	
4	Puentes					\$ 6.798.823.493	\$ 6.322.906	
4.1	Rio Tragadero		50		\$ 2.236.455.096			
4.2	Arroyo Caroli		25		\$ 1.118.227.548			
4.3	Arroyo Ortega	m	25	\$ 44.729.102	\$ 1.118.227.548			
4.3	Arroyo Guaycurú		30		\$ 1.341.873.058			
4.5	Arroyo Iné		22		\$ 984.040.242			
5	Alcantarillas	Unidad	26	\$ 25.458.229	\$ 661.913.951	\$ 661.913.951	\$ 615.580	Ensanche de las existentes
6	Movimiento de suelo	m3	193900	\$ 8.994	\$ 1.743.913.332	\$ 1.743.913.332	\$ 1.621.839	Incluye despeje de ZD y taludes
7	Intersecciones	m2	19600	\$ 154.955	\$ 3.037.126.333	\$ 3.037.126.333	\$ 2.824.527	
8	Señalización					\$ 249.120.178	\$ 231.682	
8.1	Horizontal	km	35	\$ 6.053.690	\$ 211.879.136			
8.2	Vertical	km	35	\$ 1.064.030	\$ 37.241.041			
9	Iluminacion	Unidad	50	\$ 902.463	\$ 45.123.174	\$ 45.123.174	\$ 41.965	
10	Sistemas de contención	m	4440	\$ 113.080	\$ 502.075.610	\$ 502.075.610	\$ 466.930	
11	Dársenas de colectivos y refugios	Unidad	70	\$ 3.735.034	\$ 261.452.401	\$ 261.452.401	\$ 243.151	A razón de 2 paradas por kilometro, 1 en sentido ascendente y otra en descendente
	TOTAL					\$ 71.600.263.249	\$ 66.588.245	

PERFIL TIPO DE SITUACIÓN ACTUAL

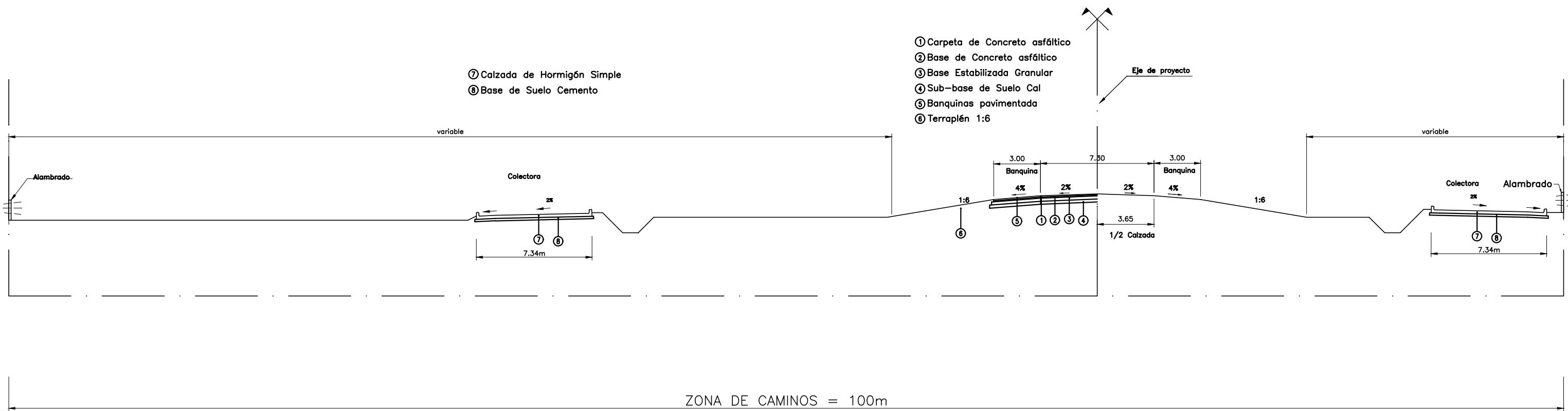


ZONA DE CAMINOS = 100m



EJECUCIÓN	OBSERVACIONES	PLANO N°
Alumnos: -BUYATTI, Lucas Andrés -GONZALEZ, Natasha Elisabeth -GROSSI, Francisco Joel	PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE SITUACIÓN ACTUAL RN11 – TRAMO KM1010–KM1045	1

PERFIL TIPO DE SOLUCIÓN



EJECUCIÓN

Alumnos:

- BUYATTI, Lucas Andrés
- GONZALEZ, Natasha Elisabeth
- GROSSI, Francisco Joel

OBSERVACIONES

PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE
PROPUESTA DE SOLUCIÓN
RN11 – TRAMO KM1010–KM1045

PLANO N°

2

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN DEL TRABAJO

- Guía para la realización de Auditorías de seguridad vial.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ansv_guia_para_realizacion_auditorias_seguridad_vial.pdf
- Informe sobre LA IMPORTANCIA DE LAS “AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL” Directrices para su realización - Academia Nacional de Ingeniería
- Siniestros viales
<https://www.argentina.gob.ar/seguridadvial/observatoriovialnacional/estadisticas-observatorio>

CAPÍTULO “ESTUDIO DE TRÁNSITO”

- TMDA (VN): http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/tmda.html
- Clasificación por ejes:
http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/clasificacion.html
- PDF: “135600395-8-0-Calculo-del-trafico-de-diseno-pdf”
- Consumo de combustible: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-36-145>
- Datos población: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165>
- Nivel de servicio: Manual “Highway-capacity-manual-5th-edition-hcm-2010-vol-2”
- Parque automotor:
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/12/ansv_ov_anuario_estadistico_2019_final.pdf (página 19)

AUDITORIAS

- Seguridad Nominal
 - <https://www.argentina.gob.ar/transporte/vialidad-nacional/institucional/normativa/manuales>
 - Normativa A10 (Actualización 2010 de Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial) - Directrices para su realización - Dirección Nacional de Vialidad.
 - Tomo 1 - Manual de prácticas inadecuadas.
 - Tomo 2 - Manual de diseño vial seguro.
- Evaluación del Pavimento <https://www.argentina.gob.ar/transporte/vialidad-nacional/sig-vial>
- Accidentes
 - <https://www.argentina.gob.ar/seguridadvial/observatoriovialnacional/estadisticas-observatorio>
 - https://luchemos.org.ar/es/estadisticas?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwvBhB5EiwAd5YbXv1TEa170TmdYOPFPwWRzAnmKGVPbyCjAY6oT9O8f92cCmHc5ktMMhoCSyUQAvD_BwE
 - Informe sobre “PUNTOS NEGROS DE CONCENTRACIÓN DE MUERTES EN ACCIDENTES VIALES” Directrices para su realización - Academia Nacional de Ingeniería.
 - Índice de peligrosidad:
<https://www.argentina.gob.ar/transporte/vialidad-nacional/institucional/indices>