

PRESENTACIÓN

La Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas (DV MOP), a través de la Subdirección de Desarrollo, llamó a concurso público para el desarrollo del Estudio de Prefactibilidad “Construcción Pasadas Urbanas Ruta N-59-Q, Sector Chillán – Límite Regional, Región de Ñuble”, durante el mes de Julio de 2020.

La propuesta fue adjudicada a la firma consultora ICR Consultores Ltda., mediante resolución D.V. N°2715 de fecha 4 de noviembre de 2020.

El plazo de ejecución del estudio es de 710 días corridos, siendo su Inspectora Fiscal la señora Fabiola Mendoza Monarde, Ingeniero Civil en Geografía del Departamento de Planes de Infraestructura Vial, Subdirección de Desarrollo, Dirección de Vialidad, MOP.

El presente documento corresponde al Informe Ejecutivo.

ÍNDICE DE CONTENIDO**INFORME EJECUTIVO**

1.-	MARCO GENERAL DEL ESTUDIO	001
1.1	Objetivos y Alcances	001
1.2	Documentación Oficial	004
2.-	DEFINICIONES BÁSICAS	007
2.1	Definición del Área de Influencia Potencial	007
2.1.1	Caracterización del Área de Influencia Potencial	007
2.1.2	Límites Físicos, Geográficos y Ecosistémicos	007
2.1.3	Definición del Área de Análisis, Establecimientos de Unidades Homogéneas	007
2.1.3.1	Área de Influencia del Sistema Ambiental y Territorial	007
2.1.3.2	Definición del Área de Análisis de Transporte	008
2.2	Recopilación de Antecedentes	009
3.-	DIAGNÓSTICO	011
3.1	Generalidades	011
3.2	Diagnóstico Medio Ambiental y Territorial	011
3.2.1	Caracterización del Medio Ambiente y Territorio	011
3.2.1.1	Medio Ambiente	011
3.2.1.2	Medio Físico	011
3.2.1.3	Medio Biótico	014
3.2.2	Territorio	016
3.2.2.1	Normativa Intercomunal, Plan Regulador Intercomunal Chillán – Chillán Viejo	016
3.2.2.2	Normativa Comunal	016
3.2.2.3	Uso Actual de Suelo	017
3.2.2.4	Patrimonio Cultural y Arqueología	018
3.2.2.5	Caracterización del Sistema de Actividades	018
3.2.3	Infraestructura y Equipamiento	019
3.2.3.1	Infraestructura de Servicios y Equipamiento	019
3.2.3.2	Equipamiento Sector Salud	020
3.2.3.3	Equipamiento Sector Educación	020
3.2.3.4	Red Vial y Descripción de Caminos Existentes	021
3.3	Diagnóstico del Sistema de Transporte	023
3.3.1	Introducción	023
3.3.2	Estudio de Tránsito	023
3.3.3	Catastros	027
3.3.4	Caracterización General de Conflictos	029
3.3.4.1	Análisis de Flujos Vehiculares	029
3.3.4.2	Síntesis del Diagnóstico del Sistema de Transporte	031
3.3.4.3	Recomendaciones	035
3.4	Diagnóstico de Infraestructura	035
3.4.1	Introducción	035
3.4.2	Pavimentos y Estructuras	036
3.4.3	Drenaje y Saneamiento Existente	036
3.4.4	Redes de Servicios	037
4.-	ESTUDIO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS	039
4.1	Introducción	039
4.2	Levantamiento Aerofotogramétrico (escala: 1:5.000)	039
4.3	Análisis Preliminar de Ingeniería	040
4.4	Condicionantes de Seguridad Vial	041
4.5	Anteproyectos Preliminares de Caminos	043
4.6	Anteproyectos Preliminares de Puentes y Estructuras	047
4.7	Informe de Expropiaciones	049
4.8	Presupuestos de Anteproyectos Preliminares de Caminos	049

5.-	ESTUDIO DE DEMANDA	053
5.1	Proyección de la Demanda	053
5.2	Definición de la Zonificación	054
5.1.1	Generalidades	054
5.2.2	Determinación de Períodos Básicos	055
5.2.2.1	Extensión de la Periodización	056
5.2.2.2	Definición de Estados de Tráfico para HDM-4	056
5.3	Construcción de Matrices Origen-Destino	057
5.4	Calibración de Modelos de Elección de Ruta	057
5.4.1	Modelación Mediante HDM-4	057
5.4.2	Calibración del Modelo de Asignación, SATURN	058
6.-	DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES	071
6.1	Generalidades	071
6.2	Planteamiento General de Alternativas	073
6.2.1	Sector Chillán – Quiriquina	073
6.2.2	Sector Corredor Interior (Quiriquina - Pueblo Seco - Pemuco – San Ignacio - El Carmen)	074
6.2.3	Sector Quiriquina – Pueblo Seco	076
6.2.4	Sector Pemuco	077
6.2.5	Sector Yungay	079
6.3	Parámetros Generales de Diseño	081
6.4	Estimación Preliminar de Montos de Inversión	084
6.5	Definición de la Situación Base	087
7.-	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES	091
7.1	Generalidades	091
7.2	Criterios de Evaluación	092
7.3	Modelación y Simulación de la Situación Base	094
7.4	Modelación y Simulación de las Alternativas Preliminares	096
7.5	Costos de Inversión	096
7.6	Cálculo de Beneficios	097
7.7	Indicadores de Rentabilidad	097
7.8	Determinación de la Demanda Vehicular Según Alternativa	099
7.9	Comentarios y Recomendaciones	099
8.-	EVALUACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES	103
9.-	ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES	107
9.1	Introducción	107
9.2	Aplicación del Método	107
9.3	Análisis de Resultados	108
10.-	ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA	109
10.1	Restituciones Aerofotogramétricas, Escala 1:1.000	109
10.2	Estudios de Hidrología e Hidráulica	112
10.3	Geotecnia	112
11.-	ANTEPROYECTOS	113
11.1	Generalidades	113
11.2	Anteproyectos Viales	115
11.2.1	Anteproyecto Vial, Alternativa CHI-QUI-02	115
11.2.2	Anteproyecto Vial, Alternativa QUI-PUS-01	118
11.2.3	Anteproyecto Vial, Alternativa PEM-02	120
11.2.4	Anteproyecto Vial, Alternativa PEM-04	122
11.2.5	Anteproyecto Vial, Alternativa PEM-07	122
11.2.6	Anteproyecto Vial, Alternativa YUN-02	124
11.2.7	Anteproyecto Vial, Alternativa YUN-07	126
11.3	Anteproyecto de Seguridad Vial	129
11.4	Anteproyecto de Expropiaciones	129
11.5	Anteproyectos de Puentes y Estructuras	131
11.6	Cubicaciones y Presupuesto	132

12.-	EVALUACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL DE ANTEPROYECTOS Y PROPOSICIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES	135
12.1	<u>Introducción</u>	135
12.2	<u>Descripción de Anteproyectos</u>	135
12.3	<u>Caracterización Ambiental Anteproyecto</u>	135
12.4	<u>Evaluación Ambiental y Territorial del Anteproyecto</u>	136
12.5	<u>Áreas de Restricción Ambiental (R.A)</u>	137
12.6	<u>Resultados del Análisis de Pertinencia del Sistema de Evaluación Ambiental</u>	137
12.7	<u>Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación (Criterios y Medidas Ambientales a Utilizar)</u>	137
13.-	EVALUACIÓN ECONÓMICA SOCIAL	139
13.1	<u>Introducción</u>	139
13.2	<u>Criterios de Evaluación</u>	140
13.3	<u>Modelación y Simulación de la Situación Base</u>	142
13.3.1	Generalidades	142
13.3.2	Definición de la Situación Base	142
13.3.3	Transporte de Carga Forestal	142
13.4	<u>Modelación y Simulación de las Alternativas de Anteproyecto</u>	144
13.5	<u>Costos de Inversión de los Anteproyectos</u>	145
13.5.1	Montos de Inversión de los Anteproyectos, Provisión de Infraestructura	145
13.5.2	Montos de Inversión en Medidas Ambientales, en la Etapa de Construcción	147
13.6	<u>Estimación de Beneficios</u>	148
13.7	<u>Indicadores de Rentabilidad</u>	148
13.8	<u>Determinación de la Demanda Vehicular Según Alternativa</u>	150
13.9	<u>Escenario de Sensibilización, Bajo Supuesto de Doble Calzada Chillán – Variante San Ignacio Previamente Implementada</u>	153
13.10	<u>Comentarios y Conclusiones</u>	155
14.-	ALCANCES AMBIENTALES Y TERRITORIALES PARA EL ESTUDIO DE INGENIERÍA	157
14.1	<u>Introducción</u>	157
14.2	<u>Escenario Ambiental Base</u>	157
14.3	<u>Estudios a Profundizar</u>	157
14.4	<u>Consideraciones Ambientales y Territoriales</u>	158
14.5	<u>Consideraciones para Expropiaciones</u>	158
14.6	<u>Análisis de Pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)</u>	158
14.7	<u>Comentarios y Conclusiones</u>	159
15.-	DEFINICIÓN DEL PLAN DEL PROYECTO	161
16.-	PARTICIPACIÓN CIUDADANA CON ENFOQUE DE GÉNERO Y CONSULTA INDÍGENA	163

1.- MARCO GENERAL DEL ESTUDIO

1.1 Objetivos y Alcances

Según los Términos de Referencia, este estudio de prefactibilidad pretende conocer la conveniencia técnica, económica, social, territorial y ambiental de dar continuidad a la ruta N-59-Q, ***generando una alternativa de desplazamiento interurbana en las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay.***

En lo específico, el proyecto en estudio, busca dar continuidad a la ruta N-59-Q, generando una alternativa a las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay, construyendo un trazado que permita ***evitar el desplazamiento de vehículos pesados por zonas pobladas y áreas urbanas***, contribuyendo con ello, por un lado, a elevar los niveles de seguridad de la red vial y, por otro, a reducir los tiempos de viaje de los usuarios de la ruta N-59-Q, entre Chillán y la región del Biobío. Por otra parte, se ha sumado a los objetivos originales del proyecto, el estudio de una ***doble calzada*** entre Chillán Viejo y la Variante San Ignacio (camino San Ignacio, ruta N-655).

Se debe tener presente que la ruta N-59-Q, se constituye como un camino longitudinal norte-sur paralelo a la Ruta 5, recorriendo diversas comunas de la Provincia de Diguillín. Esta ruta forma parte de la red vial regional principal, con una longitud de 69 kilómetros aproximadamente. En ella convergen una serie de caminos transversales, entre los cuales destacan N-655 hacia San Ignacio; N-69 hacia Bulnes; N-777 hacia El Carmen; N-85 hacia Ruta 5 por Pemuco; N-97-Q hacia Campanario por Yungay.

Las características geográficas y climatológicas, en donde se emplaza el proyecto, concentra gran cantidad de recursos hídricos que permiten las actividades forestales, agrícolas (trigo, maíz y remolacha) y ganaderas, por lo tanto, la ruta se caracteriza por un desarrollo comercial en su entorno, permitiendo el tránsito de vehículos de carga y particulares. En particular se deberá tener presente que en las cercanías de Pueblo Seco se encuentra el río Diguillín, y en Yungay se encuentra el río Trilaleo, por el sector norte, y río Laja, por el sector sur.

Dada las características de la Ruta N-59-Q, principalmente del alto tránsito de carga, el objetivo del estudio es analizar una conexión vial interurbana en las localidades ya mencionadas, que deberá considerar además como parte del estudio los problemas y beneficios de índole urbana. Se deberá considerar que en dichas localidades, las actividades productivas se basan principalmente en la ***agricultura, ganadería, comercio, turismo y otros, además de actividades de subsistencia, comercio minoritario y servicios asociados.***

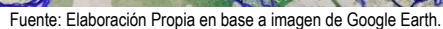
En consecuencia, el estudio debe analizar la factibilidad de construir variantes por el entorno de las localidades, analizando diversos emplazamientos, tanto por el oriente o el poniente. Se deberá evaluar los impactos en el uso de suelo, impactos económicos en las actividades agrícolas por pérdida de suelo cultivable, montos y factibilidad de expropiaciones y nivel de aceptación de la comunidad, por lo tanto la instancia de participación ciudadana resulta de gran importancia.

Se debe tener presente que la Ruta N-59-Q ya cuenta con un estudio, "Estudio de Ingeniería Reposición Pavimento N-59-Q, Sector: Chillán - Yungay", código BIP 30099535-0, el cual tuvo como objetivo el ensanche de la actual calzada pavimentada y el mejoramiento de las características geométricas.

El estudio de ingeniería analizó 60 kilómetros aproximadamente de la Ruta N-59-Q, recomendando abordar su mejoramiento en 14 tramos. Los mejoramientos a realizar contemplan características geométricas de la ruta, mejoramiento de estructuras, en particular 11 obras fluviales, y el mejoramiento de iluminación y paisajismo.

En la figura N° 1.1-1 adjunta, se reporta el plano de ubicación general del área de estudio.

PLANO DE UBICACIÓN GENERAL



Según los Términos de Referencia, el **objetivo principal** del trabajo de consultoría, es desarrollar un Estudio de Prefactibilidad para conocer la conveniencia técnica, económica, social, territorial y ambiental de dar continuidad a la ruta N-59-Q, generando una alternativa interurbana a las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay y proponer un proyecto de segunda calzada entre Chillán Viejo y camino San Ignacio (ruta N-655), Región de Ñuble.

Entre los **objetivos específicos**, tal como se indica en los Términos de Referencia del estudio, destacan los siguientes:

- Identificar y delimitar el área de influencia del proyecto en estudio, en coordinación con la Inspección Fiscal. Es importante destacar que la definición del área de influencia del proyecto tiene particular relevancia debido a que permite precisar el ámbito de análisis y de recopilación de antecedentes.
- Formular, analizar y evaluar alternativas que consideren una variante interurbana en las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay, permitiendo el desplazamiento continuo en la Ruta N-59-Q y la seguridad en las áreas urbanas. Asimismo, deberá de analizarse la provisión de una segunda calzada paralela a la calzada proyectada por el estudio de ingeniería antes mencionado, entre Chillán Viejo y camino San Ignacio (ruta N-655).
- Identificar las actividades económicas existentes y potenciales, y su ubicación en el área de influencia del proyecto.
- Identificar los requerimientos de infraestructura en el área de estudio a partir de un análisis integral del territorio, junto con ello proponer alternativas de diseño vial de las variantes, considerando emplazamiento, estructuras, análisis de expropiaciones y de seguridad que permitan establecer sus particularidades y los costos.
- Desarrollar el análisis de ingeniería a nivel preliminar de las alternativas de conexión, lo anterior complementado con los correspondientes estudios de topografía y batimetría, geotecnia y mecánica de suelos, así como también de antecedentes hidrológicos y geológicos necesarios.
- Dadas las características urbanas de algunos sectores por los cuales discurre la Ruta N-59-Q, se propone generar un seccional vial que resguarde futuras reservas de faja que requiera la implementación integral del proyecto (objetivo específico adicional a los recomendados en los Términos de Referencia del Estudio).
- Identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales sobre el medio físico, biótico y socioeconómico que genera cada alternativa analizada y la alternativa seleccionada.
- Proponer medidas preventivas y mitigatorias de impacto ambiental en los sectores que se vean afectados por la alternativa vial seleccionada.
- Identificar y analizar las amenazas naturales presentes en el área de influencia y proponer medidas de prevención y/o mitigación frente a los riesgos naturales, a los cuales podrían verse expuestas las distintas alternativas de interconexión vial.
- Estudiar los niveles de demanda actual y futura, simular el comportamiento de los usuarios y definir los grados de accesibilidad, a fin de determinar la conveniencia técnica, social, económica, territorial y ambiental de generar alternativas de emplazamiento para esta nueva variante.

- Evaluar técnica, social, económica, ambiental y territorialmente la implementación de las distintas alternativas que se analicen y seleccionar a través de una evaluación multicriterio la alternativa que presente mayor conveniencia de implementar. Dicha evaluación deberá realizarse a nivel de prefactibilidad según lo indicado en el Tomo 2 del Volumen 1 del Manual de Carreteras.
- Elaborar y apoyar la implementación de un Plan de Participación Ciudadana, que incluya enfoque de género y que responda a las necesidades específicas del territorio y, si corresponde, aplicar Enfoque de Género de acuerdo a disposiciones establecidas.
- Considerar especialmente la aplicación del procedimiento de Consulta Indígena establecido en el Decreto N° 66/2013, según determine el procedimiento interno MOP, para procesos de consulta indígena, incluido en el ORD. N° 964 de la DGOP, del 6 de agosto de 2014.
- Desarrollar un anteproyecto vial y su respectiva evaluación económica-social, que dé cuenta respecto a las alternativas de mayor conveniencia de implementar, dado el estándar definido, categoría de la ruta y demanda de tránsito, precisando a partir de los estudios de base los costos del futuro proyecto.
- Entregar un Plan de Proyecto que integre toda la información, evaluaciones y diseños desarrollados en el estudio, proponiendo un calendario de acciones e inversiones asociadas al desarrollo de las futuras etapas del proyecto.

1.2 **Documentación Oficial**

En cuanto a documentación oficial del estudio, destacan los siguientes manuales y documentos normativos:

- Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos, Ministerio de Desarrollo Social.
- Modelo HDM IV (www.hdmglobal.com).
- Normativa LNV, Especificaciones y Métodos de Muestreo y Ensaye, Laboratorio Nacional de Vialidad - MOP.
- Normativa AASHTO (AASHTO Guide For Design Of Pavement Structures), vigente a la fecha.
- Manual de Señalización de Tránsito, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- Manual de Carreteras y complementos, en su versión vigente a la fecha del contrato DV - MOP.
- Normativa Oficial Vigente del Instituto Nacional de Normalización (INN).
- Manual de Gestión Ambiental y Participación Ciudadana en Proyectos de Infraestructura (Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio, DGOP - MOP).
- Reglamento para Contratación de Trabajos de Consultoría, Decreto N°48, de 1994, del MOP (RCTC) y sus modificaciones.
- Instrumentos de planificación vigentes, entre ellos: Planos Reguladores, Planos Intercomunales y Planos Seccionales relativos al área de estudio. Asimismo, Decretos y otros actos administrativos vigentes con los cuales trabajen, ya sean las Municipalidades o los Gobiernos Regionales respectivos.
- Estrategia de Desarrollo Regional, Región de Ñuble.
- Ley 19.300, de 1994, sobre bases Generales del Medio Ambiente y Reglamento del SEIA.
- Ley 20.283 de julio de 2008, sobre Recuperación Del Bosque Nativo Y Fomento Forestal.
- Ley 20.417 de enero de 2010, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.
- Decreto Supremo N° 40, de 2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y sus modificaciones al momento de la licitación.
- Ley N° 20.422 del 03 de Febrero de 2010, que establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad.
- Ley 19.253, de 1993, que Establece Normas sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Ley Indígena).

- Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de 1989 suscrito en septiembre de 2009 por Chile.
- Decreto Supremo N°66/2013 que regula el procedimiento de Consulta Indígena en virtud del artículo 6 N°1 letra A9 y N°2 del Convenio N°169 de la OIT.
- ORD. N° 539 de la DGOP, del 29 de mayo de 2018, que define procedimiento interno MOP, para procesos de Consulta Indígena.
- Resolución Exenta de la DV N° 6797 del 03 de Diciembre de 2013 que establece política e instructivo de participación ciudadana de la Dirección de Vialidad.

En cuanto a *estudios, planes y programas*, destacan los siguientes documentos:

- Plan Región de Ñuble – Plan Regional de Gobierno 2018 – 2022.
- Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico, Región del Biobío (DIRPLAN, 2012).
- Estrategia Regional del Biobío 2015 – 2030 (GORE del Biobío).
- Guía de Antecedentes Territoriales y Culturales de Los Pueblos Indígenas de Chile (DGOPMOP, enero 2012).
- Estudio Básico Catastro Geo-referenciado de Riesgos y Peligros Naturales en la Red Vial, 2011.
- Política de Sustentabilidad Ambiental del Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Públicas, 2016.
- Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio del Medio Ambiente, 2017.
- Repertorio de Normativa Ambiental para Proyectos de Infraestructura MOP de la Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio, 2017, Dirección General de Obras Públicas.
- Instructivo Sitios Prioritarios para la Conservación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA, 2010).
- Guía de Antecedentes Territoriales y Culturales de Los Pueblos Indígenas de Chile (DGOPMOP, enero 2012).
- Estudio “Análisis Brechas de Infraestructura Urbana MOP en Ciudades, Etapa II”. (DIRPLAN, 2015).
- Estudio “Reposición Pavimento N-59-Q, Sector: Chillán – Yungay”.
- Plan Regulador Comunal de Chillán Viejo.
- Plan Regulador Comunal de Pemuco.
- Plan Regulador Comunal de San Ignacio, localidad de Pueblo Seco.
- Plan Regulador Comunal de San Ignacio, localidad de Quiriquina.
- Plan Regulador Comunal de Yungay.
- Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050, DIRPLAN.

2.- DEFINICIONES BÁSICAS

2.1 Definición del Área de Influencia Potencial

2.1.1 Caracterización del Área de Influencia Potencial

El proyecto en estudio se enmarca en la zona centro-sur del País, específicamente en la Región de Ñuble, que con una superficie aproximada de 13.178 km² representando a la región con menor extensión del país. Se divide en 21 comunas agrupadas administrativamente en 3 Provincias: Diguillín, Itata y Punilla. Caracterizada por ser un área donde las actividades económicas principales están asociadas a la actividad agraria, pecuaria, silvícola, el comercio y los servicios personales.

El proyecto se inserta mayormente en el Valle Longitudinal que se caracteriza por tener una topografía uniforme, desarrollándose desde el pie occidental de la precordillera, hasta hacer contacto con la Cordillera de la Costa. A pesar de presentarse como una sección homogénea se encuentra interrumpida y atravesada por una serie de drenes menores que corren desde la Cordillera de los Andes, para desaguar en el Itata, particularmente en la Provincia del Diguillín. En general es una llanura amplia, que puede desarrollarse en extensiones de hasta 80 kilómetros, aun cuando en promedio fluctúa en torno a los 60 a 70 kilómetros de ancho, y cuya principal constitución litológica son gravas y cantos rodados provenientes de la acción fluvio-glacial y volcánica del cuaternario reciente (menores a 2 millones de años antes del presente). (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile).

2.1.2 Límites Físicos, Geográficos y Ecosistémicos

Para la definición del Área de Influencia Ambiental, se consideran elementos del paisaje que permiten reconocer los aspectos físicos, bióticos y humanos de mayor relevancia, para a partir de ello poder proyectar los eventuales impactos que sobre el escenario actual pueda generar la implementación de la conexión vial en estudio. En este sentido, para la construcción del área de análisis del informe ambiental y territorial, se han considerado criterios topográficos, hídricos, geodinámicos, bióticos y humanos.

2.1.3 Definición del Área de Análisis, Establecimientos de Unidades Homogéneas

2.1.3.1 Área de Influencia del Sistema Ambiental y Territorial

Para la construcción del Informe Ambiental y Territorial se considerarán dos (2) escalas de trabajo. El primer nivel de análisis corresponde al Área de Influencia Indirecta (AII), macro-escala que permite reconocer a grandes rasgos el escenario que contextualiza el área en estudio. El segundo nivel de trabajo corresponderá a definido como Área de Influencia Directa (AID), donde se espera profundizar en las características de mayor relevancia respecto la implementación del proyecto, y las externalidades asociadas a éste. La diferenciación de escalas de análisis dice relación también con la intensidad que eventualmente alcanzarán los impactos asociados al desarrollo del proyecto, definiendo al AID como el territorio de mayor alteración.

- Área de Influencia Indirecta (AII) – Análisis Macro

Comprende el territorio en el que se inserta el proyecto en estudio y todas sus eventuales alternativas, sobre el que sería posible verificar algún grado de alteración. Su construcción considera terrenos pertenecientes a las comunas de Chillán, Chillán Viejo, Bulnes, San Ignacio, El Carmen, Pemuco y Yungay, pertenecientes a la Provincia del Diguillín.

- Área de Influencia Directa (AID) – Análisis Detalle

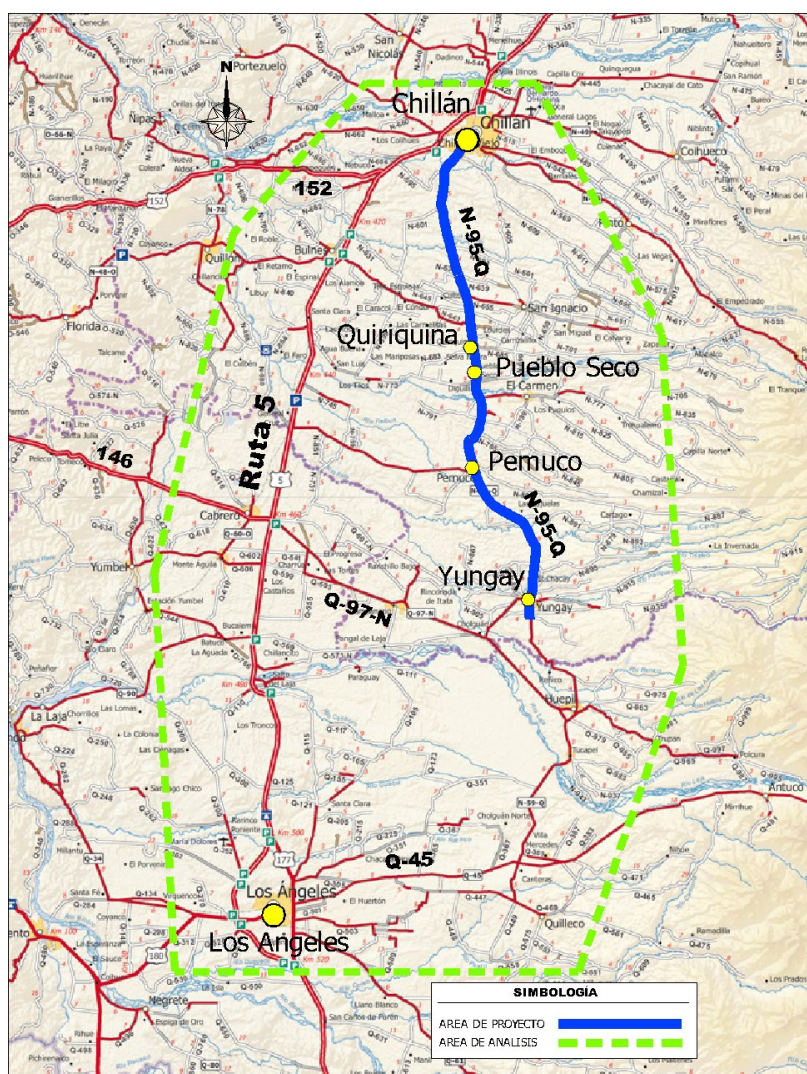
Corresponde al área que recibirá directamente los impactos derivados de la implementación del proyecto de conexión vial en estudio, y su extensión se define en la forma de un "Buffer" que alcanza de 100 a 200 metros a cada uno de los costados de los trazados de alternativas preliminares.

2.1.3.2 Definición del Área de Análisis de Transporte

Dada las características particulares del presente proyecto, que tiene como objetivo primario el mejoramiento de la conectividad vial de la ruta N-59-Q entre Chillán Viejo y Yungay, será posible generar una nueva alternativa interurbana de conexión vial entre Chillán y Los Angeles. En este sentido, cabe destacar que la ruta N-59-Q se constituye en una alternativa a la ruta 5, que al mejorarse podría generar reasignaciones relevantes. En este mismo sentido, cabe recordar que existen alternativas de carácter estratégico tales como el denominado corredor interior, que se plantearía por el borde oriente de la ruta N-59-Q y con una trascendencia de carácter nacional al extenderse entre Visviri y Puerto Williams.

En este contexto, a la luz de los proyectos relevantes antes identificados, se considera razonable proponer un área de análisis (línea segmentada verde), que incluya a las ciudades de Los Ángeles, Chillán y que se extienda por el poniente hacia ruta 5, tal como se presenta en la figura N° 2.1-1 adjunta. En ella, el sector de proyecto se representa mediante una línea continua azul.

FIGURA N° 2.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN – LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ANÁLISIS DE TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Red Caminera del MOP.

2.2 Recopilación de Antecedentes

Se realizó una recopilación de un conjunto de antecedentes y estudios anteriores que serán de apoyo para el desarrollo del presente estudio. Al respecto, a continuación, se presenta un listado de los trabajos recopilados (algunos en proceso):

- Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico, Región del Biobío (DIRPLAN, 2012).
- Guía de Antecedentes Territoriales y Culturales de Los Pueblos Indígenas de Chile (DGOP-MOP, enero 2012).
- Pueblos Indígenas Consulta y Territorio (DGOP-MOP, Julio 2016).
- Análisis y Diagnóstico de los Flujos de Transporte de Carga Internacional. DIRPLAN, junio 2003.
- Análisis y Evaluación del Sistema de Planificación de la Infraestructura desde el punto de vista de la competitividad País. 2003. DIRPLAN - ARISTO Consultores.
- Análisis de la Metodología de Evaluación Social de Proyectos Binacionales. (DIRPLAN, enero 2013).
- Política de Sustentabilidad Ambiental del Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Públicas, 2016.
- Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio del Medio Ambiente, 2017.
- Metodología para la Reducción del Riesgo de Desastres de Proyectos de Infraestructura Pública. MDS, 2017. Versión Preliminar.
- Estudio "Análisis de proyectos de infraestructura MOP para plataforma logística regiones I-IH". DIRPLAN 2012. CIS.
- Estudio "Medición de la Inversión Privada en Turismo en Chile" Diciembre de 2016, Corporación de Desarrollo Tecnológico de Bienes de Capital, CBC.
- Estudio "Análisis del Transporte Internacional", MTT-SUBSTRANS, 2005
- Estudio "Investigación del Potencial de Transporte por los Corredores Transversales", MOP, 1996.
- Estudio Binacional de Conectividad Argentina-Chile, Dirección de Planeamiento Coordinación internacional MOP, 2012.
- Plan Regional de Gobierno 2018-2022, Región de Ñuble.
- Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) 2020 – 2028, Región de Ñuble.
- Ley N° 21.033 que crea la Región de Ñuble y las provincias de Diguillín, Punilla e Itata el 5 de Septiembre de 2017.
- Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán-Yungay, Región del Biobío. Elaborado por Consorcio GS-ICR TRES, el año 2014, para la Dirección de Vialidad del ministerio de Obras Públicas.
- Planos de Licitación del Proyecto de Conservación Ruta N-887, Cruce N-59-Q (Pemuco) – Cartago – Monteleón—Placilla, Comuna de Pemuco, Provincia de Diguillín, Región de Ñuble. Elaborados por CYD Ingeniería, el año 2020, para la Dirección de Vialidad del ministerio de Obras Públicas.
- Planos de Licitación del Proyecto Mejoramiento Camino Básico Intermedio Ruta N-773 del Km 0.3 al Km 23.4, comuna de Bulnes y San Ignacio, Provincia de Diguillín, Región de Ñuble. Elaborado por Cruz y Dávila Ingeniería, el año 2016, para la Dirección de Vialidad del ministerio de Obras Públicas.

El área de estudio se encuentra normada por los siguientes Instrumentos Normativos:

- Plan Regulador Intercomunal Chillán - Chillán Viejo
- Plan Regulador Comunal de Chillán, vigente y Publicado en el diario Oficial con fecha 27 de junio de 1989.
- Plan Regulador Comunal de Pemuco, vigente y Publicado en el diario Oficial con fecha 1 de Marzo de 2014.
- Plan Regulador Comunal de San Ignacio, localidad de Pueblo Seco, vigente y Publicado en el diario Oficial con fecha 10 de Mayo de 2013.
- Plan Regulador Comunal de San Ignacio, localidad de Quiriquina, vigente y Publicado en el diario Oficial con fecha 10 de Mayo de 2013.
- Plan Regulador Comunal de Yungay, vigente y Publicado en el diario Oficial con fecha 6 de Abril de 1993.
- Plan Regulador Comunal de Bulnes, vigente y Publicado en el diario Oficial con fecha 6 de Octubre de 2015.
- Plan Regulador Comunal de El Carmen, vigente y Publicado en el diario Oficial con fecha 28 de Diciembre de 2009.

3.- DIAGNÓSTICO

3.1 Generalidades

El presente capítulo, pretende reportar una síntesis del diagnóstico desarrollado en el contexto del estudio, considerando las dimensiones básicas del análisis. En este sentido, en lo fundamental, se reporta lo siguiente:

- Diagnóstico Medio Ambiental y Territorial
- Diagnóstico del Sistema de Transporte
- Diagnóstico de Infraestructura

3.2 Diagnóstico Medio Ambiental y Territorial

3.2.1 Caracterización del Medio Ambiente y Territorio

La caracterización ambiental corresponde a la actividad que permite identificar las condiciones actuales del territorio, de manera previa a la construcción del proyecto. De este modo, la línea de base generada considera los componentes ambientales más relevantes que se pueden encontrar en el entorno del proyecto.

La línea de base que se reporta en los párrafos siguientes, se centra en el análisis del **Área de Influencia Indirecta (AII)** del proyecto, presentando los componentes ambientales agrupados en los medios físico, biótico, humano- construido y territorial-normativo.

3.2.1.1 Medio Ambiente

En síntesis, se ha procedido al estudio de las siguientes componentes:

3.2.1.2 Medio Físico

a) **Clima y Meteorología**

A modo de resumen y conclusiones, se establece que el área de influencia del proyecto circunscrito por las comunas de Chillán Viejo, Bulnes, El Carmen, Pemuco, San Ignacio y Yungay, presenta un clima mediterráneo con características lluviosas en los meses invernales, presentando temperaturas medias de 14°C, llegando a los 28° en los meses estivales y hasta 3°C en los meses más fríos.

En cuanto a las precipitaciones, existen diferenciales respecto a la zona de análisis, por una parte, el sector territorial próximo a la cordillera de la costa presenta precipitaciones que varían entre los 800 mm a 1.000 mm anuales, mientras que la zona del valle central y el área del proyecto propiamente tal, presenta precipitaciones que oscilan entre los 1.000 a 1.200 mm anuales. Por último, los sectores asociados a áreas piemontanas e inicios de la cordillera de los andes presentan precipitaciones de origen nivo-pluvial que pueden llegar hasta los 1.400 mm anuales.

Por último, las características de los vientos predominantes en la zona varían entre los 4 a 12 km/h, estando condicionada su dirección por la estacionalidad. De esta manera en los meses estivales es posible vientos con dirección S-SW y en invierno N-NW.

b) Geología y Geomorfología

A modo de resumen y conclusiones, el área de estudio del respectivo proyecto, se ubica en una zona geológicamente influenciado por la tectónica local, asociada principalmente al macizo andino y su respectivo complejo volcánico. Parte importante del territorio regional está influenciado por la dinámica volcano-glaciario, especialmente acentuado en áreas cordilleranas y precordilleranas, donde es posible denotar la presencia de ambientes plutónicos y volcánicos, con presencia de conglomerados, clastos y piroclastos en la zona alto andina.

En relación a la geología del valle central, zona donde se localiza el área de estudio, es posible encontrar formaciones de ambientes sedimentarios continentales con remanentes de depósitos glacio-fluviales, coluviales y glacio-lacustres.

En general la zona central, se comporta como un área de sedimentación proveniente de material geológico proveniente de la zona andina, de igual forma es posible encontrar la presencia de ciertos clastos de variada granulometría.

Finalmente, desde la perspectiva geomorfológica, es posible distinguir las cuatro macro formas típicas del relieve chileno, ordenándose desde orientación W-E las planicies litorales, la cual corresponde a la franja costera, caracterizada por alturas que varían desde los 60 hasta los 250 msnm; La cordillera de la costa, la cual se compone como un macizo plegado producto de las dinámicas técnicas del borde de placa, cuenta con alturas que pueden llegar hasta los 500 msnm; El valle central o depresión intermedia, forma que se describe como una amplia llanura por donde circulan los cauces fluviales, caracterizándose por constituirse como una zona de sedimentación de la dinámica hídrica; por último, es posible reconocer la zona piemontana y macizo andino, el cual se levanta como una de las principales estructuras orogénicas, con alturas que pueden llegar hasta los 2.000 msnm, teniendo a su vez un complejo volcánico asociado a nevados de Chillán.

c) Edafología

A modo de resumen y conclusiones, la taxonomía de los suelos presentes dentro del Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto se caracterizan por pertenecer a suelos denominados aluviales del valle central, los que se estructuran taxonómicamente como alfisoles, molisoles y entisoles, los primeros caracterizados por ser suelos relativamente desarrollados y de características arcillosas, por lo que se comportan como suelos mayoritariamente fértiles y profundos, con secciones ricas en materia orgánica. Por otra parte, los suelos taxonómicamente asociados a los entisoles, se caracterizan por ser suelos jóvenes, en constante renovación, los cuales son parte de la dinámica hidrológica del área central del país, condicionada por la formación de abanicos aluviales recientes sobre llanuras de inundación.

Desde un punto de vista de capacidad agrologica de los suelos asociados al proyecto, estos se caracterizan por la predominancia de suelos de categoría I a III, los cuales según sus características corresponden a suelos casi planos, profundos, bien drenados, con una buena retención de humedad y fértiles. En general, las categorías I a III se comportan como suelos aptos para agricultura, ganadería y plantaciones, teniendo diferenciales según su clase en el ámbito de la pendiente y profundidad.

d) **Hidrografía**

A modo de resumen y conclusiones, respecto a la hidrología presente en la región, ésta queda representada principalmente por la hoya hidrográfica del río Itata a nivel regional, curso fluvial de mayor jerarquía, el cual tiene su Génesis en zonas cordilleranas asociadas principalmente a régimen mixto o pluvio-nival.

Dentro del área regional es posible denotar la presencia de otros cursos fluviales de jerarquía menor, además de canales secundarios que alimentan los caudales de los drenes de mayor jerarquía.

Por otra parte, el territorio asociado al Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto, se encuentra marcado por una serie de cursos fluviales dentro de la cuenca del Itata. Es en este sentido que desde orientación norte a sur es posible encontrar los ríos Ñuble, Chillán, Larqui, Diguillín, Danicalqui, Trilaleo y Cholguán. Encontrando a su vez una serie de canales y esteros, los cuales desembocan en los cursos de mayor jerarquía antes nombrados.

Los recursos hídricos asociados a escorrentía superficial toman especial importancia tanto a nivel regional como del área de proyecto, radicando su importancia en el ámbito del consumo local, así como a nivel económico, siendo sus aguas usadas principalmente para riego agrícola.

Por último, en cuanto a la hidrogeología de la zona de estudio, esta se caracteriza por un tipo de permeabilidad primaria con formación de tipo porosa, con importancia hidrogeológica alta. De manera genérica es posible encontrar depósitos no consolidados asociados a sus características sedimentológicas producto de la alta presencia de escurrimientos superficiales originadas en la cordillera. Es por lo anterior, que la geología asociada a los acuíferos estará constituida por sedimentos fluviales, glaciares, aluviales y lacustres, formando acuíferos de extensión variable, generalmente estratificados.

e) **Áreas de Riesgo Natural**

A modo de resumen y conclusiones, tanto la región como el área del proyecto se localizan en un área de amenaza sísmica, lo anterior referido a los procesos de tectónica local, asociada a la ubicación del territorio nacional en el cinturón de fuego del pacífico. Es por lo anterior, que el territorio regional y por tanto el área del proyecto pueden verse afectados por la liberación de energía producida por los procesos de subducción entre las placas de nazca y sudamericana. De acuerdo a lo anterior, el riesgo sísmico es latente e indeterminado, por lo que no existe un modelo de predicción y zonificación para dicho riesgo, quedando el territorio expuesto a sufrir daños respecto a estos eventos de rango extraordinario.

Relacionado con lo anterior, existe dentro de los límites regionales, el Complejo Volcánico Nevados de Chillán, el cual se encuentra ubicado en el área andina de la región de Ñuble, está integrado por 17 volcanes, teniendo actividad magmática constante. En base a lo anterior, el complejo volcánico representa una amenaza real para el área correspondiente a comunas precordilleranas como Pinto y parte de la comuna de El Carmen. Desde el punto de vista territorial, el área de proyecto tiene escasas posibilidades de verse afectado por un evento volcánico de rango extraordinario, debido principalmente a su ubicación central, alejada de áreas cordilleranas.

En relación a los riesgos hidrometeorológicos, la zona precordillerana y cordillerana esta afecta a sufrir eventos relacionados con procesos gravitacionales. Es en este sentido, que las zonas anteriormente mencionadas poseen niveles elevados de erodabilidad, carencia de cubierta vegetal, pendiente abrupta y presencia de factor hidrometeorológicos que puedan desencadenar flujos, derrumbes o eventos de características similares.

Por otra parte, el área de proyecto se desarrolla en condiciones totalmente desfavorables para eventos de remoción en masa, básicamente por encontrarse ubicada en zonas de muy baja erodabilidad, con escasa pendiente (valle central) y presencia abundante de cubierta vegetal.

En este mismo sentido, la zona de proyecto puede verse afectada por eventos de precipitaciones, los cuales comúnmente bordean el promedio de 1.200 mm anuales, estando pronosticadas tasas de retorno de eventos pluviométricos extremos alrededor de los 25 años. En la misma línea de factores climáticos, existe la probabilidad de eventos de heladas, los cuales tienen un promedio de ocurrencia de nueve al año en los meses de invierno.

Por último, tanto la zona del proyecto como el área regional puede verse afectada por incendios forestales, los cuales en su mayoría tienen su génesis en factores antrópicos. Dichos eventos pueden afectar principalmente bosques, zonas de pastizales y áreas pobladas.

Las amenazas de índole territorial descritas en las páginas anteriores, pueden afectar de manera severa los sistemas de vida humano, los cuales van desde el ámbito económico, social, material e incluso bienes de la esfera intangible, vulnerando y produciendo un menor cabo sobre múltiples dimensiones.

3.2.1.3 Medio Biótico

a) Vegetación y Flora

A modo de resumen y conclusiones, se establece que el Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto queda determinada por la presencia de pisos vegetacionales de características boscosas, siendo identitario el bosque esclerófilo montano, con presencia de litre y boldos en áreas precordilleranas, así como también el bosque esclerófilo de los arenales, teniendo presencia en la zona del valle central o depresión intermedia, siendo característico las especies de Quillay.

De acuerdo a la clasificación de pisos vegetacionales de Pliscoff, la zona correspondiente a la Región de Ñuble y en particular al área de proyecto, se encuentran dominadas por formaciones correspondientes a pisos del ámbito de caducifolio y esclerófilo, con presencia taxonómica marcada del Nothofagus en sus individuos del ámbito mediterráneo y templando.

En relación a lo anterior, se debe precisar que dichas coberturas y pisos vegetacionales corresponden a una caracterización más bien teórica. Lo anterior se basa principalmente en que actualmente los pisos vegetacionales descritos, tienen presencia dentro del territorio regional del Bío Bío y Ñuble, sin embargo, estos no se presentan de manera continua. La progresiva modificación del territorio, actividades económicas, presencia antrópica y configuración espacial de los centros poblados han fragmentado progresivamente las formaciones vegetacionales originales de la zona, encontrándose actualmente configuradas como remanentes o islas biogeográficas.

Es en este sentido, que la configuración general de la región y en particular del área de estudio se estructura en base a vegetación destinada a uso comercial, es decir, la mayor parte del valle central está dominado principalmente por extensas zonas destinadas a plantaciones forestales exóticas, con ciertos remanentes de bosque nativo. Por otra parte, en segundo orden se encuentran terrenos destinados a usos netamente agrícolas, la cual es una de las actividades que sustentan la economía de diversos territorios comunales, esto principalmente por la buena calidad de los suelos, bajas pendientes y condiciones agroclimáticas que favorecen la presencia de extensiones considerables de áreas agrícolas. Por último, en menor medida, es posible encontrar en la zona central, áreas de praderas y matorrales, los cuales se insertan en áreas de plantaciones forestales y/o zonas destinadas a la agricultura.

En un sentido más estricto, las áreas boscosas con mayor continuidad espacial se localizan en áreas alejadas del valle central, es decir en zonas relacionadas con la cordillera de la costa o zonas precordilleranas y cordilleranas. Es por lo anterior que es posible encontrar en dichas zonas mayor presencia de lingues, boldos y variedades de Nothofagus.

Por último, la región cuenta con una serie de áreas destinadas a la conservación del patrimonio natural y biótico, entre estas desatacan la Reserva Nacional Ñuble, la reserva Nacional Los Huemules. Por otra parte, existen iniciativas privadas, bienes nacionales protegidos y sitios prioritarios para la conservación.

La mayor parte de dichas áreas de conservación se localizan orientados hacia zonas cordilleranas, exceptuando el fundo San Miguel en la comuna de Yungay, el cual se ubica en el área del valle central.

Es por lo expresado en párrafos anteriores, que se establece que parte importante del valle central de la región y en particular el área de estudio del proyecto, no se constituyen como áreas sensibles a degradación de los componentes vegetales, esto dado principalmente por una intervención de prolongada data, la cual se estructura principalmente en áreas vegetales agrícolas y de explotación forestal.

b) Fauna

A modo de resumen y conclusiones, la fauna de la región se compone de diversas especies, entre las que destacan una cantidad variada de aves, las cuales se han adaptado a ambientes con intervención antrópica, especies de roedores y fauna asociada a ambientes campestres, entre los que destacan queltehues, treiles, perdices, tórtolas, liebres, conejos.

Existen zonas de la región donde por las características de zonas boscosas o vegetación menos fragmentada, es posible encontrar fauna de vertebrados e invertebrados en estado natural, con escasa intervención de los sistemas humanos, este es el caso los ambientes de montaña asociados a la cordillera de los andes, cuyas áreas muchas veces resultan inaccesibles y escasamente intervenidas.

En el área del valle central, zona donde se localiza el proyecto, es posible caracterizarlo como una zona extensa con una alta intervención de carácter antrópica en el ámbito de las plantaciones forestales, agrícolas y ganaderas. Es por lo anterior que la mayor parte del área está conformada por bosques de especies exóticas, praderas y áreas de explotación agrícola, dejando fragmentado en reducidos parches los remanentes de bosque nativo apto para la conservación de especies y sus respectivos hábitats.

Debido a la ausencia de ambientes estrictamente naturales, las especies se encuentran condicionadas a adaptarse a escenarios territoriales dinámicos, con la presencia marcada de actividad humana. Es por lo anterior que la gran cantidad de especies potencialmente presentes en el territorio, ya sea de fauna íctia asociada a los cursos fluviales, avifauna, vertebrados terrestres y anfibios, estará dada mayoritariamente en ambientes relacionados con el área rural, sectores que presentan condiciones aptas para la circulación de especies en ambientes biológicamente artificiales.

Es por lo anterior, y ante la carencia de ambientes naturales que permitan el desarrollo y conservación de especies faunísticas, es que el territorio asociado al proyecto se estructura como un área altamente intervenida desde el punto de la consolidación de hábitat. Es debido a ello, que en el área central de la región se describe como una zona con difícil desarrollo de núcleos o hot spot de especies.

3.2.2 Territorio

3.2.2.1 Normativa Intercomunal, Plan Regulador Intercomunal Chillán - Chillán Viejo

Las comunas de Chillán y Chillán Viejo, cuentan con un Plan Regulador Intercomunal (PRI) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 30 de junio de 2007, donde se establecen los límites de la zonificación de usos de suelo, normas y condicionantes específicas de edificación, vialidad estructurante urbana, entre otras.

3.2.2.2 Normativa Comunal

En los párrafos siguientes, se describe brevemente la normativa comunal que regula, norma y orienta el territorio de las comunas que componen el área de estudio.

a) Plan Regulador Comunal de Chillán

La Comuna de Chillán cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 27 de junio de 1989, donde se establecen los límites de la zonificación de usos de suelo, normas y condicionantes específicas de edificación, vialidad estructurante urbana, entre otras. Este instrumento de planificación desde su aprobación ha sido modificado en ocho ocasiones, la última de ellas ocurrida en septiembre del año 2016.

b) Plan Regulador Comunal de Bulnes

La Comuna de Bulnes cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 6 de octubre de 2015. El área urbana reglamentada por el presente Plan Regulador Comunal está definida por el límite urbano que corresponde a las líneas poligonales cerradas entre los puntos 1 al 23 para el centro urbano de Bulnes, 24 al 40 para el centro urbano de Santa Clara y 41 al 49 para el centro urbano de Tres Esquinas, respectivamente, cuya descripción de puntos y tramos se señalan en el artículo 3 de la ordenanza.

c) Plan Regulador Comunal de El Carmen

La Comuna de El Carmen cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 28 de diciembre de 2009.

d) Plan Regulador Comunal de Pemuco

La Comuna de Pemuco cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 1 de marzo de 2014, donde se establecen los límites de la zonificación de usos de suelo, normas y condicionantes específicas de edificación, vialidad estructurante urbana, entre otras. El área urbana reglamentada por el presente Plan Regulador Comunal está definida por el límite urbano del centro urbano de Pemuco.

e) Plan Regulador Comunal de San Ignacio

La Comuna de San Ignacio cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 10 de mayo de 2013. El área urbana reglamentada por el presente Plan Regulador Comunal está definida por el límite urbano de los centros urbanos de San Ignacio, de San Miguel, de Quiriquina y de Pueblo Seco, que corresponden a las líneas poligonales cerradas, cuya descripción de puntos y tramos se señalan en el artículo 3 de la Ordenanza para cada una de las cuatro localidades.

f) Plan Regulador Comunal de Yungay

La Comuna de Yungay cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 6 de abril de 1993, donde se establecen los límites de la zonificación de usos de suelo, normas y condicionantes específicas de edificación, vialidad estructurante urbana, entre otras. Este instrumento de planificación desde su aprobación ha sido modificado en dos ocasiones, la última de ellas ocurrida en septiembre del año 2010. Cabe señalar que el Plan Regulador de Yungay vigente, se encuentra en proceso de actualización.

g) Plan Regulador Comunal de Chillán Viejo

La Comuna de Chillán Viejo cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, publicado en el Diario Oficial con fecha 20 de Octubre de 2012.

h) Conclusiones Generales

En primera instancia, se concluye que todas las comunas que componen el área de estudio presentan instrumentos de planificación territorial que delimitan y norman las áreas urbanas de estas comunas. Lo cual establece un área de referencia inicial para el planteamiento de las soluciones.

Destacando que en las tres comunas donde se insertan las soluciones de bypass, San Ignacio, Yungay y Pemuco, consideran en el corto plazo la actualización de su Plan Regulador Comunal, lo que implica el aumento del área urbana de la comuna, según lo expresado por los profesionales de las municipalidades correspondientes. Variable a considerar en el planteamiento de las soluciones preliminares, con la finalidad que dichas obras no sean absorbidas por la trama urbana de las localidades a corto y mediano plazo.

3.2.2.3 Uso Actual de Suelo

En términos generales el área donde se insertan las alternativas de bypass, se caracteriza por una fuerte actividad agrícola y forestal. Los proyectos deberán considerar las divisiones prediales con la finalidad de afectar lo menos posible estas actividades, como las estructuras asociadas al riego de estos paños.

Las áreas urbanas de Quiriquina y Pueblo Seco presentan un entrono marcado por amplios predios agrícolas y otros en proceso de parcelación; como de una importante presencia de canales que distribuyen el recurso hídrico.

El área urbana de Pemuco está rodeada de un primer anillo agrícola marcado por la presencia de paños agrícolas con alto grado en la tecnificación del riego. El segundo anillo está compuesto por los predios forestales de las empresas Forestal Mininco, Forestal Cholguán y Forestal Biobío. Los predios de la Forestal Mininco se localizan al norte y oriente, mientras que lo de la Forestal Cholguán se concentran mayoritariamente al sur poniente.

Finalmente el área urbana de Yungay, el área de mayor superficie de las que están bajo estudio, se encuentra rodeada de paños de cultivo de distinta magnitud, junto con presentar un proceso de parcelación localizado mayoritariamente al oriente de la trama urbana, como al norte y sur de ésta. La actividad forestal se localiza al norte con la existencia de predios de la Forestal Cholguán, los más cercanos al área urbana. Destacando que esta empresa forestal mantiene una presencia muy importante en la comuna de Yungay, especialmente en la localidad de El Campanario, donde se encuentra actividad industrial ligada a la forestal.

3.2.2.4 Patrimonio Cultural y Arqueología

El área donde se inserta el proyecto presenta una larga data de ocupación debido a la calidad de sus suelos como por la presencia del recurso hídrico. En lo referido a la posible existencia de sitios o restos arqueológicos, aunque no se puede descartar en primera instancia, esta probabilidad disminuye por el alto grado de antropización de la zona.

3.2.2.5 Caracterización del Sistema de Actividades

La información que se ha recopilado para la descripción del componente humano, en lo sustancial dice relación con el panorama general a escala comunal. Su justificación se basa en la necesidad de reconocer el escenario macro en el que se insertan los trazados de alternativas propuestos, y a partir de ello, poder definir en etapas posteriores las particularidades de cada una de las alternativas.

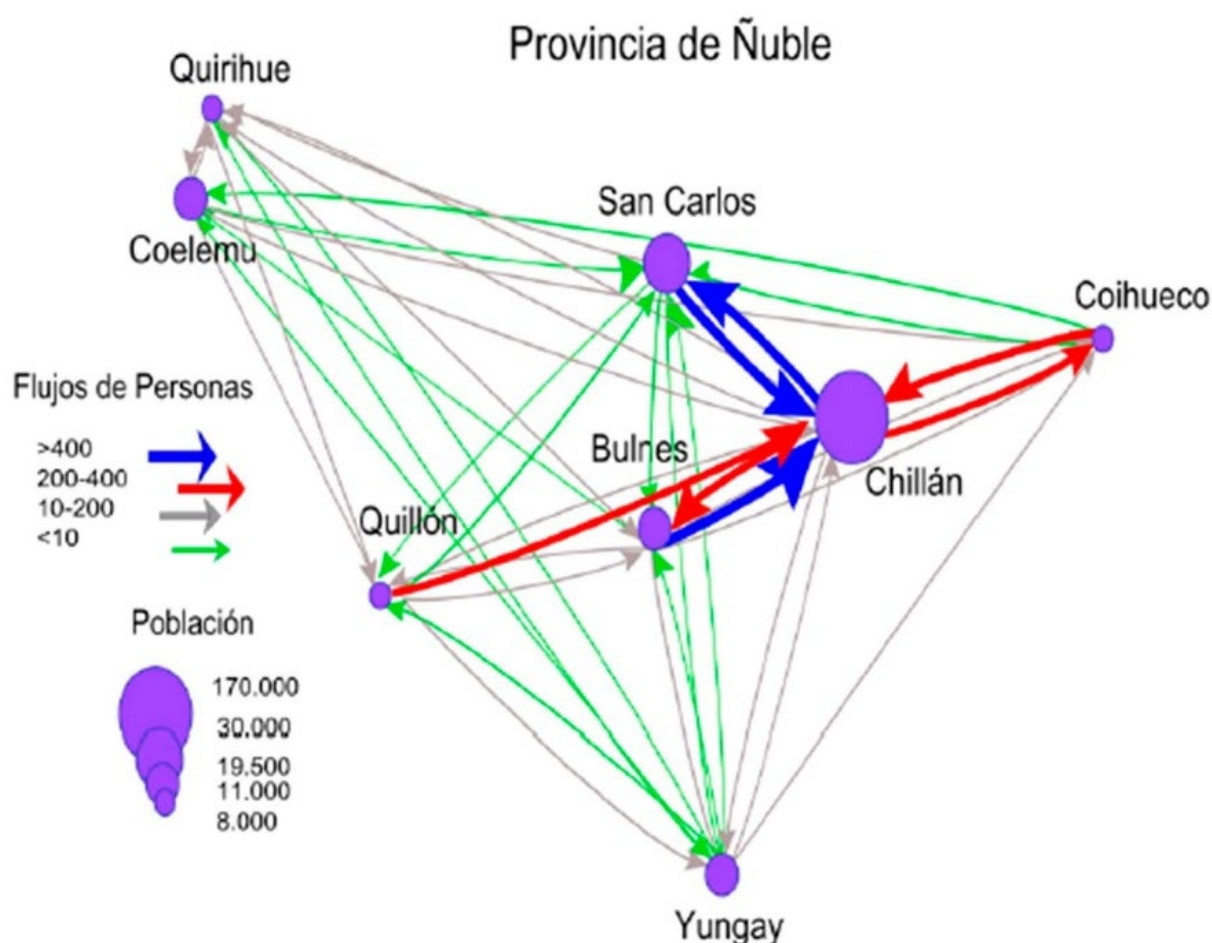
El área de estudio se inserta en un ambiente con características agrícola-forestal, donde destaca el núcleo urbano de Yungay, como el enclave industrial localizado a 5 km al sur de esta correspondiente a la Planta Trupán. Lo que los transforma en puntos de generación y atracción de viajes debido, en el caso de la Ciudad de Yungay, concentra servicios y equipamiento, mientras que, en caso del enclave industrial, éste genera flujos de personas y bienes.

En el caso de la Planta Trupán, perteneciente a Maderas Arauco S.A., genera flujos desde el sector precordillerano de la comuna de Yungay, debido al transporte de madera y subproductos a esta planta. Este flujo tiene una dirección de oriente-poniente. A su vez, con respecto al movimiento de personas, predominan los viajes en sentido norte-sur.

En lo que respecta, a la dinámica del sistema de ciudades en la Región de Ñuble, donde se denota una relación sinérgica de flujos de personas entre Yungay y la Ciudad de Chillán. Mientras que las ciudades de Bulnes y Quillón presentan una relación de dependencia con Yungay y esta última, tiene una relación de dependencia con Coihueco. Todos estos flujos fluctúan entre las 10 y 200 de personas. En el caso de los centros urbanos de Quiriquina y Pueblo Seco, tienen una mayor dependencia hacia el área urbana de la comuna de El Carmen, donde se localizan los servicios a nivel comunal, mientras que para servicios de mayor jerarquía se localizan en la cabecera de esta Región, correspondiente a la conurbación Chillán-Chillán Viejo, junto con las áreas urbanas de las comunas de Yungay y Bulnes.

En la figura N° 3.2-1 adjunta, se puede apreciar la dinámica del sistema de ciudades para la actual Región de Ñuble, donde se denota una relación sinérgica de flujos de personas entre Yungay y la Ciudad de Chillán. Mientras que las ciudades de Bulnes y Quillón presentan una relación de dependencia con Yungay y esta última, tiene una relación de dependencia con Coihueco. Todos estos flujos fluctúan entre las 10 y 200 de personas.

FIGURA N° 3.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
SISTEMA DE CIUDADES



Fuente: Informe Final, Línea Base, Consideraciones y Propuestas Técnicas para Determinar Pertinencia de Creación de Nueva Región de Ñuble, SUBDERE.

3.2.3 Infraestructura y Equipamiento

3.2.3.1 Infraestructura de Servicios y Equipamiento

En el cuadro N° 3.2-1 se reportan los indicadores de hacinamiento y saneamiento provenientes del Sistema Integrado de Información Social con Desagregación Territorial (SIIS-T), Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF).

CUADRO N° 3.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ÍNDICES DE HACINAMIENTO Y SANEAMIENTO DE HOGARES, DICIEMBRE, 2018

UNIDAD TERRITORIAL	TOTALES A DICIEMBRE 2018 (%)	
	PERSONAS EN HOGARES CARENTES DE SERVICIOS BÁSICO	HOGARES HACINADOS
Comuna de Chillán	9,0	13,5
Comuna de Chillán Viejo	10,1	14,7
Comuna de Bulnes	19,6	15,7
Comuna de El Carmen	41,8	12,8
Comuna de Pemuco	30,0	17,6
Comuna de San Ignacio	28,7	10
Comuna de Yungay	21,3	13,1
Región de Ñuble	20,2	13,6
País	14,1	15,3

Fuente: Sistema Integrado de Información Social con Desagregación Territorial (SIIS-T), Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF).

Los datos del cuadro anterior dan cuenta de la relación entre un mayor carácter rural de las comunas y el mayor porcentaje de personas en hogares carentes de servicios básicos, como son los casos de las comunas de El Carmen, Pemuco y San Ignacio. Caso contrario a lo que sucede con las comunas de Chillán y Chillán Viejo, las cuales presentan un mayor porcentaje de población urbana conformando la Ciudad de Chillan.

3.2.3.2 Equipamiento Sector Salud

Los indicadores de salud seleccionados se refieren a los establecimientos de salud en cada una de las comunas bajo análisis correspondientes al año 2020, en el cuadro N° 3.2-2 se detallan los Establecimientos de Salud según Tipo.

CUADRO N° 3.2-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SEGÚN TIPO, AÑO 2020

TIPO ESTABLECIMIENTO/ESTRATEGIA	CHILLÁN	CHILLÁN VIEJO	BULNES	EL CARMEN	PEMUCO	SAN IGNACIO	YUNGAY	REGIÓN	PAÍS
Centro Conin	1							1	7
Centro de Salud	7							7	381
Clínica	2							2	159
Clínica Dental	1							1	69
Clínica Dental Móvil/Unidad Móvil	1							1	34
Consultorio General Rural	1		1		1	3	1	19	212
Consultorio General Urbano	6	2						10	395
Dirección Servicio de Salud	1							1	29
Establecimiento Baja Complejidad			1	1			1		101
Establecimiento Alta Complejidad	1							2	63
Laboratorio Clínico o Dental	10							10	298
Posta de Salud Rural	2	2		10	2	1	1	54	1.129
Centro Comunitario de Salud Familiar	4		1					9	274
Consultorio de Salud Mental	2							3	92
Programa de Reparación y Atención Integral de Salud	1							1	29
Servicio de Atención Primaria de Urgencia	4	1						6	234
Servicio de Atención Primaria de Urgencia de Alta Resolutividad	1							1	56
Total	45	5	3	11	3	4	3	133	3.820

Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), MINSAL.

3.2.3.3 Equipamiento Sector Educación

Respecto del sector educacional, en primer lugar, se consideró los tipos de establecimientos educacionales que imparten educación escolar en las comunas del AII del proyecto. A continuación, se muestra el cuadro N° 3.2-3 con el número de establecimientos educacionales por tipo de dependencia.

CUADRO N° 3.2-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES POR TIPO DE DEPENDENCIA, 2017-2019

DEPENDENCIA ADMINISTRATIVA	CHILLÁN		CHILLÁN VIEJO		BULNES		EL CARMEN		PEMUCO		SAN IGNACIO		YUNGAY		REGIÓN		PAÍS	
	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019	2017	2019
Corporación Municipal	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	0	1.088	1.016
Municipal DAEM	38	36	7	7	17	16	22	21	13	12	14	13	15	14	863	290	4.108	3.895
Particular Subvencionado	65	63	9	9	6	7	2	2	2	2	3	3	4	4	633	126	5.866	5.599
Particular Pagado	4	4	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	30	4	617	679
Corporación de Administración Delegada DL 3166	4	4	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica	12	4	70	70
Servicio Local de Educación	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	0	No Aplica	233
Total	111	107	16	16	23	23	24	23	15	14	17	16	19	18	1.538	424	11.749	11.492

Fuente: Centro de Estudios, MINEDUC.

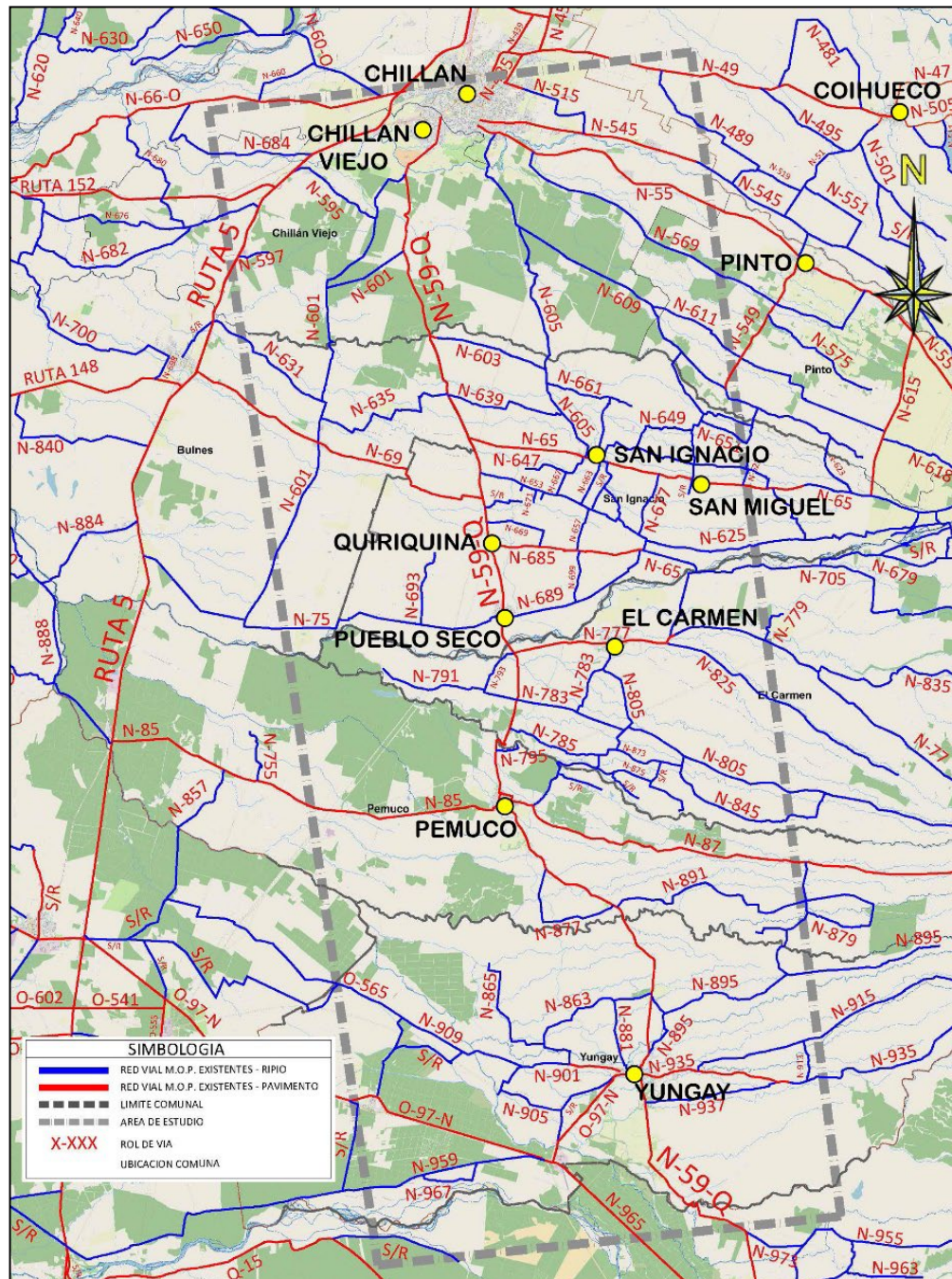
Se observa que en las comunas bajo análisis, salvo las comunas de Chillan y Chillan Viejo donde existe una mayor concentración de establecimientos de tipo particular subvencionado, existe un predominio de establecimientos dependientes del DAEM Municipal.

3.2.3.4 Red Vial y Descripción de Caminos Existentes

El área definida para la revisión de la red vial, comprende un amplio territorio ubicado en la zona poniente en cercanías con ruta 5 Sur, contiene centros urbanos de baja escala e infraestructuras vial consolidada variada. De esta forma, se efectuó una descripción general de todos los caminos nacionales, los caminos regionales principales y los caminos regionales provinciales.

En la figura N° 3.2-2 siguiente, se ilustra la ubicación espacial del proyecto y las rutas en el área de estudio, correspondientes a caminos nacionales, caminos regionales principales y caminos regionales provinciales.

FIGURA N° 3.2-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RED VIAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaborado con información alojada en IDECHILE y MOP.

En el área de estudio es posible identificar los siguientes caminos nacionales, caminos regionales principales y caminos regionales provinciales:

- **Caminos Nacionales** (comprende a las rutas declaradas por el Presidente de la República que sigan una dirección de norte a sur y que crucen como mínimo dos provincias).
 - Ruta 5 Sur
 - Ruta N-59-Q
- **Caminos Regionales Principales** (caminos que presentan como función principal la conectividad dentro del territorio regional con la red de Caminos Nacionales).
 - N-55 • N-69
 - N-49 • N-85
 - N-65 • O-97-N
 - N-777 •
- **Caminos Regionales Provinciales** (son caminos que presentan como función principal la conectividad dentro del territorio regional con la red de Caminos Nacionales, en cuanto unen un Camino Nacional, que corresponde a Camino Longitudinal, con una capital provincial y capitales provinciales entre sí).
 - N-569 • N-805 • N-601 • N-705 • N-805 • N-639 • N-793
 - N-549 • N-815 • N-609 • N-699 • N-785 • N-653 • N-891
 - N-685 • N-935 • N-611 • N-631 • N-879 • N-669 • N-863
 - N-689 • N-605 • N-649 • N-623 • N-603 • N-689 • N-881
 - N-773 • N-595 • N-677 • N-825 • N-635 • N-791 • N-895

3.3 Diagnóstico del Sistema de Transporte

3.3.1 Introducción

El propósito de esta etapa, es el de proveer, recopilar, informar, procesar, sentar las bases de análisis, establecer consideraciones técnicas generales y específicas, precisiones metodológicas y por último concluir en el sentido del cumplimiento de los objetivos propuestos, según el plan las mediciones de tránsito.

Lo anterior se desarrolló considerando la temporada normal y de verano, con las debidas readecuaciones debido a la emergencia sanitaria que afectó al país. Adicionalmente, se reportan los catastros asociados a la oferta vial, transporte público y accidentes. Finalmente, se reporta una caracterización general de conflictos y un análisis de flujos.

Por último, se reportan las principales recomendaciones y conclusiones desde el punto de vista del sistema de transporte.

3.3.2 Estudio de Tránsito

Los antecedentes relacionados con los estudios de tránsito, han sido condicionados por la emergencia sanitaria experimentada por el país. Lo anterior, obligó a una readecuación de fechas y contenidos de las distintas faenas de mediciones establecidas, lográndose en definitiva desarrollar todo el plan de mediciones propuesto al inicio del estudio.

Para efectos del estudio de tránsito, se han considerado los siguientes tipos de mediciones:

- Medición de flujos vehiculares
- Medición de encuestas origen-destino
- Medición de encuestas de preferencias declaradas
- Medición de tiempos de viaje

Las fechas en que se desarrollaron las mediciones, fueron las siguientes:

- Flujos Vehiculares:

- . Horario: entre 7.00 y 22.00 (15 horas).
- . Temporada normal: entre martes 27, miércoles 28 y jueves 29 de julio, martes 3 y jueves 5 de agosto de 2021.
- . Temporada verano: entre martes 19, miércoles 20 y jueves 21 de enero de 2021.
- . Temporada verano: entre martes 14, miércoles 15 y jueves 16 de septiembre de 2021.

- Encuestas EOD y Encuestas de Preferencias Declaradas:

- . Horario: entre 7.00 y 21.00 horas.
- . Temporada normal: entre martes 27, miércoles 28 y jueves 29 de julio, martes 3 y jueves 5 de agosto de 2021.
- . Temporada verano: entre martes 19, miércoles 20 y jueves 21 de enero de 2021.
- . Temporada verano: entre martes 14, miércoles 15 y jueves 16 de septiembre de 2021.

a) Medición de Flujos Vehiculares

En el desarrollo del presente estudio se realizaron mediciones de flujo vehicular en 19 puntos de control, los que se especifican en el cuadro N° 3.2-4 adjunto.

CUADRO N° 3.2-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PUNTOS DE CONTROL DE FLUJOS VEHICULARES

PC	UBICACIÓN	COMUNA
FV-01	Ruta N-59-Q - Ruta N-595	Chillán Viejo
FV-02	Ruta N-59-Q - Ruta N-69	San Ignacio
FV-03	Ruta N-97-Q - Ruta N-931-Q	Yungay
FV-04	Ruta N-59-Q - Ruta Q-965	Tucapel
FV-05	Ruta N-59-Q - Ruta N-685	San Ignacio
FV-06	Ruta N-59-Q - Ruta N-773	San Ignacio
FV-07	Ruta N-59-Q - Ruta N-689	San Ignacio
FV-08	Ruta N-59-Q - Ruta N-85	Pemuco
FV-09	Ruta N-59-Q - Entrada sur a Pemuco	Pemuco
FV-10	Ruta N-91-Q - Diagonal Esmeralda	Yungay
FV-11	Ruta N-59-Q - Esmeralda	Yungay
FV-12	Ruta N-59-Q - Ruta N-935	Yungay
FV-13	Ruta N-59-Q - Ruta N-887	Pemuco
FV-14	Ruta N-557 - Ruta N-545	Coihueco (*)
FV-15	Ruta N-609 - Ruta N-605	Chillán (*)
FV-16	Ruta N-59-Q - Ruta N-603	San Ignacio (*)
FV-17	Ruta 5 - Ruta Q-599 - Ruta Q-606	Cabrero (*)
FV-18	Ruta 177 - Acceso a Ruta 5	Los Angeles (*)
FV-19	Bulnes - Angamos	Yungay (*)

Fuente: Elaboración Propia.

(*) : puntos que se incluyen en la extensión del contrato.

En la figura N° 3.3-1 se reporta gráficamente la localización de cada uno de los puntos de control correspondientes a flujos vehiculares (FV).

b) Encuestas de Origen - Destino de Flujos

En conformidad con las bases de licitación, el aumento de obras del contrato y en completo acuerdo con la Inspección Fiscal del estudio, en definitiva se definieron 12 puntos de control para efectos de encuestas origen - destino de flujos. En el cuadro N° 3.2-5, se reporta la localización de los puntos de encuesta definidos.

CUADRO N° 3.2-5
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL DE ENCUESTA ORIGEN - DESTINO

PC	UBICACIÓN	COMUNA
EOD-1 / PD-1	Ruta N-59-Q - Ruta N-669	San Ignacio
EOD-2	Ruta N-59-Q (500 m al norte de Pueblo Seco)	San Ignacio
EOD-3 / PD-2	Ruta N-59-Q - Ruta N-787 (Calle Dávila)	El Carmen
EOD-4	Ruta N-85 unos 300 m al poniente de Pemuco	Pemuco
EOD-5 / PD-3	Ruta N-59-Q (1100 m al sur de Pemuco)	Pemuco
EOD-6	Ruta Q-97-N (300 m al sur de Diagonal Esmeralda)	Yungay
EOD-7 / PD-4	Ruta N-59-Q - Ruta N-953 (500 m al sur del cruce)	Yungay
EOD-8	Ruta N-59-Q (salida sur de Chillán)	Chillán Viejo
EOD-9	Ruta N-689 (al oriente de Pueblo Seco)	San Ignacio
EOD-10	Ruta N-887 (al oriente de Pemuco)	Pemuco
EOD-11	Ruta N-935 / Angamos (al oriente de Yungay)	Yungay
EOD-12	Ruta N-91-Q (al poniente de Yungay)	Yungay

Fuente: Elaboración Propia.

Es importante señalar que, en forma simultánea al levantamiento de encuestas, se realizaron aforos vehiculares durante todo el período de toma de datos. Este antecedente es requerido, para calcular y validar el porcentaje de encuestas obtenido con respecto al mínimo requerido.

En la figura N° 3.3-1 se reporta gráficamente la localización de cada uno de los puntos de control correspondientes a encuestas origen-destino (EOD).

c) Encuestas de Preferencias Declaradas

En primera instancia, se procedió a desarrollar la aplicación del experimento de encuestas de preferencias declaradas, a modo de validar los rangos y la sensibilidad de las variables definidas. Previo a la realización de la encuesta de preferencias declaradas propiamente tal, se llevó a cabo un experimento piloto en un sólo punto de control (EOD-1) y en un sólo día de la semana. La base de datos correspondiente al Experimento Piloto consistió en 129 encuestas obtenidas entre las 09:15 y 18:30 horas. En definitiva, considerando el número de parámetros de calibración, conforme a la exigencia de tamaños muestrales recomendada en el Volumen 1-Tomo 2 del Manual de Carreteras, sería necesario disponer de aproximadamente 700 encuestas validadas, según muestra de calibración, lo cual se cumplió holgadamente.

En la figura N° 3.3-1 se reporta gráficamente la localización de cada uno de los puntos de control correspondientes a encuestas de preferencias declaradas (EPD).

d) Medición de Tiempos de Viaje

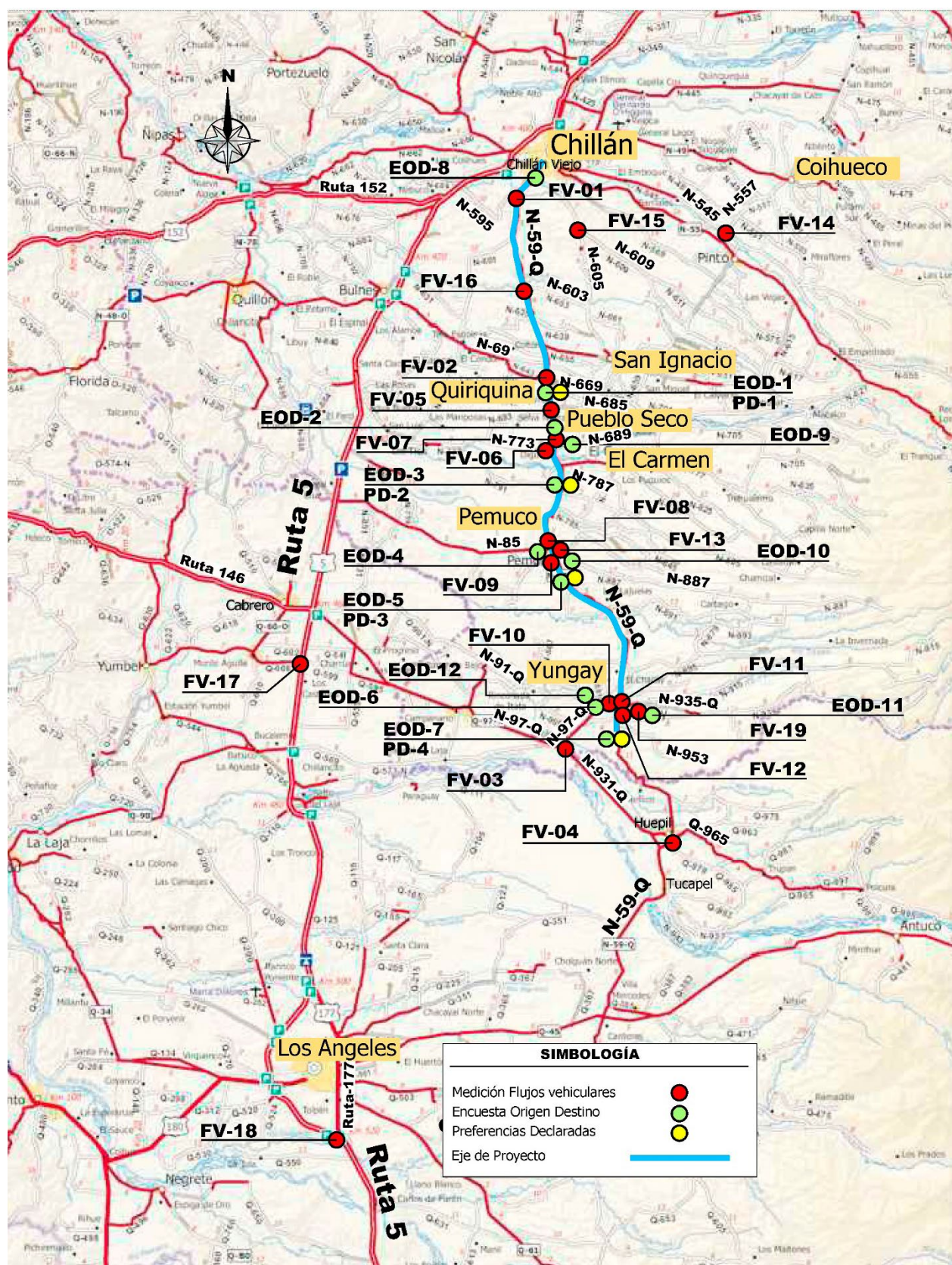
Entre los parámetros de tránsito medidos, más destacables, es la medición de los tiempos de viaje, la cual se llevó a cabo mediante la aplicación del método del vehículo flotante. Lo anterior, conforme a las recomendaciones metodológicas establecidas en el MESPIVU (2013), realizándose cinco repeticiones de cada circuito definido.

e) Medición de Tasas de Ocupación

La medición de tasas de ocupación de vehículos, consistió en el registro muestral del número de ocupantes. Este registro se realizó conjuntamente con la encuesta origen - destino y comprende sólo a los vehículos livianos. En vista de lo anterior, no se vuelve a reporta la localización donde se desarrolló la medición.

FIGURA Nº 3.3-1

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL: FLUJOS VEHICULARES, ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO Y ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3 Catastros

a) Monografías de la Oferta Vial

Con el propósito de poder construir las redes de modelación es necesario recopilar un conjunto de características geométricas y operacionales de las distintas vías que componen la red vial considerada. De esta forma, como cada eje se subdivide en un conjunto de arcos con características homogéneas, para cada uno de ellos es necesario determinar aspectos fundamentales como son:

- Identificación del arco
- Longitud
- Tipo de carpeta de rodado
- Estándar de la vía (calzada simple, cuesta, huella, camino de penetración, etc.)
- Capacidad
- Estado de la carpeta
- Velocidad (o tiempo de viaje)
- Costos de operación
- Existencia y valor del peaje
- Restricciones físicas y ambientales

b) Catastro de Servicios de Transporte Público

La información referente a catastros de servicios de transporte público, fue solicitada a la Seremi MTT, Región de Ñuble. Esta entidad remitió los datos relacionados con taxis colectivos, taxibuses urbanos y rurales, además, de buses interurbanos. Adicionalmente, el consultor corroboró en terreno los recorridos dentro de las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco y las ciudades de Pemuco y Yungay.

c) Catastro de Accidentes de Tránsito

La información referente a accidentes de tránsito, se solicitó directamente vía web institucional de Carabineros, mediante el sistema de Gobierno Transparente. En respuesta, se obtuvo una base de datos con los detalles de los accidentes de tránsito ocurridos en el área de estudio, para los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020. Se contempló la ruta N-59-Q y las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay.

La información descrita en la sección anterior, se procesó siguiendo las siguientes etapas:

- Validación general de la información, básicamente en cuanto a completitud y lógica de ella.
- Generación de cuadros resúmenes según las principales características de los accidentes.
- Reporte gráfico de la localización de accidentes, según tipo de participante (peatones, bicicletas, transporte público, camiones, automóviles y otros).

Mediante la información anterior, se construyeron los cuadros N° 3.2-6 a N° 3.2-9, donde se indican los accidentes según tipo de vehículo, gravedad de lesiones, y la clasificación según la gravedad de los lesionados respectivamente.

CUADRO N° 3.2-6
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
SÍNTESIS DE ACCIDENTES SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO

AÑO	PEATÓN	BICICLO	T. PÚBLICO	CAMIÓN	AUTOMÓVIL	OTROS	TOTAL
2016	12	8	9	64	48	12	153
2017	15	2	7	46	45	11	126
2018	16	13	1	43	52	8	133
2019	11	7	3	67	60	9	157
2020	6	3	3	52	47	10	121
TOTALES	60 (9%)	33 (5%)	23 (3%)	272 (39%)	252 (37%)	50 (7%)	690

Fuente: Elaboración propia según base de datos de Carabineros.

CUADRO N° 3.2-7
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ACCIDENTES SEGÚN GRAVEDAD DE LESIONES

AÑO	ILESO	LEVE	MENOS GRAVE	GRAVE	MUERTO	TOTAL
2016	62	47	13	26	5	153
2017	58	39	5	21	3	126
2018	59	44	7	19	4	133
2019	76	40	11	22	8	157
2020	56	39	5	17	4	121
TOTALES	311 (45%)	209 (30%)	41 (6%)	105 (15%)	24 (3%)	690

Fuente: Elaboración propia según base de datos de Carabineros.

CUADRO N° 3.2-8
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
LESIONADOS SEGÚN GRAVEDAD

AÑO	FALLECIDOS	LESIONADOS			TOTAL
		GRAVE	MENOS GRAVE	LEVE	
2016	5	29	30	99	163
2017	3	24	8	86	121
2018	4	20	10	73	107
2019	8	29	21	87	145
2020	4	20	5	81	110
TOTALES	24 (4%)	122 (19%)	74 (11%)	426 (66%)	646

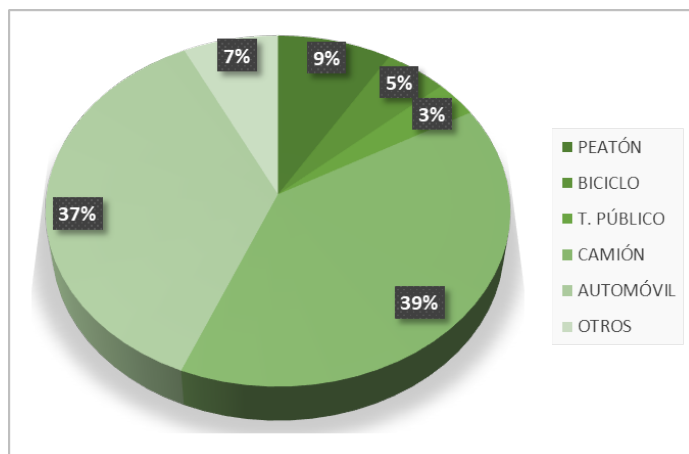
Fuente: Elaboración propia según base de datos de Carabineros.

CUADRO N° 3.2-9
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ACCIDENTES SEGÚN TIPO

AÑO	ATROPELLO	CAIDA	CHOQUE	COLISIÓN	VOLCADURA	OTROS	TOTAL
2016	12	1	38	80	17	5	153
2017	15	0	37	58	15	1	126
2018	16	2	38	53	22	2	133
2019	11	1	39	81	19	6	157
2020	6	0	36	51	17	11	121
TOTALES	60 (9%)	4 (1%)	188 (27%)	323 (47%)	90 (13%)	25 (4%)	690

Fuente: Elaboración propia según base de datos de Carabineros.

FIGURA N° 3.3-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
SÍNTESIS DE ACCIDENTES SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO



Fuente: Elaboración propia según base de datos de Carabineros.

En el período de análisis se registran 24 víctimas fatales en cinco años. Al graficar la información del cuadro anterior, se aprecia que el mayor número de accidentes se deben a colisiones (47%) y en segundo lugar a choques (27%).

3.3.4 Caracterización General de Conflictos

3.3.4.1 Análisis de Flujos Vehiculares

A partir de las mediciones de flujos vehiculares de 12 horas que se realizaron para este estudio, se determinó el volumen de vehículos que circula en algunos cruces y puntos relevantes de la ruta N-69-Q, especialmente, en torno a las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay.

El flujo medido se transformó de 12 horas a 24 horas (TMDA), para lo cual se recopilieron los factores de transformación desde la Estación Pueblo Seco del Plan Nacional de Censos. Los valores se reportan en el cuadro N° 3.2-10.

CUADRO N° 3.2-10
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTORES DE TRANSFORMACIÓN DE 12 A 24 HORAS, PLAN NACIONAL DE CENSOS

AUTO	CAMIONETA	CAMIÓN 2 EJES	CAMIÓN MÁS 2 EJES	SEMI REMOLQUE	REMOLQUE	LOC.COL
1,43	1,39	1,36	5,62	1,29	1,29	3,14

Fuente: Plan Nacional de Censos del MOP.

Los resultados con los TMDA por localidad se presentan en los cuadros N° 3.2-11 a N° 3.2-14.

CUADRO N° 3.2-11
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO, QUIRIQUINA
(veh/día)

INTERSECCIÓN	EJE	MOVIM	TMDA							TOTAL
			AUTO	CAMIONETA	CAM 2 EJES	CAM + 2 EJES	SEMI REMOLQUE	REMOLQUE	LOC. COL.	
N-59-Q - N-685	N-59-Q	NS	2128	1323	338	101	0	95	62	4048
	N-59-Q	NO	166	188	45	20	2	10	7	437
	N-685	ON	235	194	42	28	6	27	7	540
	N-686	OS	141	110	24	4	0	19	0	298
	N-59-Q	SO	68	46	12	13	0	4	0	143
	N-59-Q	SN	1957	1350	321	231	34	118	76	4087

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 3.2-12
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO, PUEBLO SECO
(veh/día)

INTERSECCIÓN	EJE	MOVIM	TMDA							TOTAL
			AUTO	CAMIONETA	CAM 2 EJES	CAM + 2 EJES	SEMI REMOLQUE	REMOLQUE	LOC. COL.	
N-59-Q - N-773	N-59-Q	NP	554	354	72	0	0	3	9	991
	N-59-Q	NS	2115	1357	269	82	80	86	65	4054
	N-59-Q	SN	2364	1299	373	128	67	86	82	4399
	N-59-Q	SP	397	295	40	7	3	5	0	747
	M-773	PN	297	198	37	8	2	1	4	549
	M-773	PS	321	206	22	1	0	1	3	554
N-59-Q - N-689	N-59-Q	NS	2195	1415	279	82	74	79	63	4189
	N-59-Q	NO	217	140	28	8	7	8	6	414
	N-689	ON	203	120	30	13	5	0	3	374
	N-689	OS	41	25	0	0	0	1	4	72
	N-59-Q	SO	93	15	16	0	0	0	0	124
	N-59-Q	SN	2600	1492	378	119	58	77	70	4794

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 3.2-13
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN – LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA SEGÚN TIPO DE VEHICULO. PEMUCO
 (veh/día)

INTERSECCIÓN	EJE	MOVIM	TMDA							
			AUTO	CAMIONETA	CAM 2 EJES	CAM + 2 EJES	SEMI REMOLQUE	REMOLQUE	LOC. COL.	TOTAL
Colón (N-59-Q) - San Martín (N-85)	Colón	OP	1024	492	115	51	21	43	9	1756
	Colón	OS	78	44	4	1	0	0	1	130
	San Martín	SO	74	52	4	3	0	0	1	134
	San Martín	SP	324	192	27	5	0	0	14	564
	Colón	PS	283	151	24	3	0	0	14	475
Colón (N-59-Q) - José Muñoz	Colón	PO	966	472	114	65	30	49	4	1701
	N-59-Q	NP	142	80	9	9	27	26	0	293
	N-59-Q	NS	889	585	124	31	30	80	16	1755
	N-59-Q	SN	1035	608	107	27	30	68	22	1896
	N-59-Q	SP	56	41	10	5	8	15	0	136
	José Muñoz	PS	93	90	17	3	13	20	0	237
a Pemuco desde el Poniente	José Muñoz	PN	101	64	10	5	27	23	0	230
	N-85	OP	332	210	45	15	6	48	0	655
	N-85	PO	342	262	56	76	6	15	0	757

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 3.2-14
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN – LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA SEGÚN TIPO DE VEHICULO. YUNGAY
 (veh/día)

INTERSECCIÓN	EJE	MOVIM	TMDA							
			AUTO	CAMIONETA	CAM 2 EJES	CAM + 2 EJES	SEMI REMOLQUE	REMOLQUE	LOC. COL.	TOTAL
N-91 – Diagonal Esmeralda	N-91	OP	938	289	48	5	0	1	7	1288
	N-91	OS	697	329	89	35	3	63	45	1260
	Esmeralda	SO	157	61	39	48	3	18	26	351
	Esmeralda	SP	142	64	16	8	0	1	6	237
	N-91	PS	238	69	24	8	0	4	2	344
Ángeles (N-59-Q) - Esmeralda	N-91	PO	767	377	28	8	0	2	9	1190
	N-59-Q	NP	292	68	24	1	0	0	0	385
	N-59-Q	NS	864	406	69	41	3	39	17	1440
	N-59-Q	NO	440	163	45	27	0	16	35	724
	Esmeralda	ON	558	194	72	20	3	18	39	904
	Esmeralda	OP	1532	555	84	3	0	0	16	2189
	Esmeralda	OS	107	30	1	0	0	0	4	142
	N-59-Q	SO	86	16	6	1	0	0	12	121
	N-59-Q	SN	1005	364	76	25	6	33	19	1528
	N-59-Q	SP	1137	540	78	4	0	0	14	1773
Ángeles (N-59-Q) - Angamos (N-97-Q)	N-59-Q	NS	1172	420	79	25	6	33	19	1755
	N-59-Q	NO	339	129	17	4	0	3	4	496
	N-59-Q	SO	9	4	0	0	0	0	0	13
	N-59-Q	SN	1221	524	98	25	6	26	35	1935
	Angamos	PS	1043	348	35	3	0	0	13	1441
	Angamos	PO	1270	613	94	3	5	0	16	1999
Tramo	Angamos	PN	922	395	78	20	5	18	27	1465
	N-91	OP	1057	531	88	21	13	63	53	1826
Tramo	N-91	PO	1153	497	117	16	14	39	49	1886
	N-59-Q	NS	747	669	114	40	3	27	29	1629
	N-59-Q	SN	638	667	127	37	3	49	23	1545

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso de Quiriquina, se observa que la mayoría del flujo vehicular corresponde a flujo de paso por la N-59-Q, con cifras en torno a los 4000 veh/día por sentido. Además, se identifica un flujo importante de camiones con carga que giran desde y hacia la ruta N-685 (hacia Las Quilas).

Respecto a la locomoción colectiva, existe una alta frecuencia para los buses que circulan directo por la N-59-Q y una baja frecuencia por la N-685. En todo caso, ambas rutas tienen emplazados paraderos.

En Pueblo Seco, se observa un comportamiento del flujo vehicular similar al anterior, en donde los movimientos directos por la N-59-Q son preponderantes. Sin embargo, el volumen desde los ejes transversales es significativo, especialmente desde el acceso poniente de la ruta N-773 (camino Los Tilos, hacia Santa Clara), con un TMDA de 1.103 veh/día.

En Pemuco, el desplazamiento de los vehículos presenta un comportamiento similar a los anteriores, con los mayores volúmenes concentrados en la ruta N-59-Q. No obstante, en la ruta N-85 (que conecta esta localidad con los sectores hacia el poniente) el TMDA alcanza cifras del orden de 1400 veh/día.

Para el caso de Yungay se observa un significativo volumen de camiones circulando por las calles Esmeralda y Angamos. El TMDA medido fue del orden de 190 y 260 cam/día respectivamente.

Respecto a la ruta N-59-Q, los flujos directos en la intersección con Esmeralda alcanzan un TMDA de 1440 veh/día desde el acceso norte, de los cuales 153 corresponden a camiones. Desde el acceso sur, el TMDA es de 1528 veh/día, de los cuales 141 corresponden a camiones. Por su parte, en el cruce de Angamos con la N-59-Q, se observa que el TMDA desde el norte y sur alcanza una magnitud de 1773 veh/día y 1935 veh/día respectivamente. De estas cifras, los camiones alcanzan un volumen del orden de 150 cam/día por sentido.

3.3.4.2 Síntesis del Diagnóstico del Sistema de Transporte

Las cuatro localidades involucradas directamente en el presente proyecto, es decir, Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay, presentan problemas similares respecto al emplazamiento de la ruta N-59-Q y la demanda vehicular que circula por ella. En todos los casos, este eje representa la principal vía (en sentido norte-sur), que las conecta entre sí y con el resto de las ciudades y pueblos cercanos.

Complementariamente, a estas localidades llega un conjunto de ejes interurbanos que facilitan la conectividad oriente-poniente que, junto con la ruta N-59-Q, conforman la red vial interurbana en torno a ellas. Lo anterior representa un aspecto positivo para el desarrollo de sus sistemas de actividades, facilitando la movilidad de personas y bienes.

El elemento negativo de lo anterior y que es la base de los problemas de tránsito que se observan en estas localidades, tienen relación con el hecho que estos ejes interurbanos no tienen continuidad cuando llegan a los sectores urbanos, lo que se traduce en que todo el flujo vehicular de paso, se ve obligado a entrar en las zonas urbanas y circular por las calles locales interactuando con todo el tráfico local de personas y vehículos.

Este problema se ha ido agudizando con el tiempo, porque el flujo vehicular de paso ha crecido en forma significativa. De acuerdo a las mediciones actuales para la ruta N-59-Q, en el tramo comprendido entre Chillán y Quiriquina, el TMDA alcanzó cifras entre los 9000 y 10000 veh/día, lo que representa un volumen alto para un eje que presenta una calzada simple bidireccional, por lo que, debiera estudiarse la posibilidad de ampliar a futuro este tramo de la ruta a una doble calzada. Por el extremo sur, a la altura de Yungay, el TMDA disminuye a cifras en torno a los 5000 veh/día.

Además del alto volumen vehicular que circula por la ruta, otro aspecto que agudiza el problema anterior es el hecho que, una parte importante de este flujo está compuesto por camiones (livianos y pesados). Al norte de Quiriquina, pueden llegar a circular del orden de 1300 camiones/día y, a la altura de Yungay, esta cifra está en torno a los 490 camiones/día.

Sin embargo, en los ejes perpendiculares a la ruta N-59-Q (en sentido oriente-poniente), también se observa una cantidad importante de camiones circulando, por ejemplo, en la ruta N-935, que es la ruta de acceso a Yungay desde el oriente y que en sector urbano se convierte en las calles Angamos (va de poniente a oriente) y Esmeralda (va de oriente a poniente), al agregar ambos sentidos se observa un volumen de camiones total del orden 460 camiones/día. De esta cifra aproximadamente el 11% son camiones con algún tipo de remolque.

Lo anterior, provoca que una cantidad significativa de vehículos circule por calles que no cuentan con los pavimentos ni el diseño geométrico adecuado, como para acoger el tránsito de vehículos de gran tamaño. Son vías angostas, con radios de giro estrechos, que en algunos casos, ni siquiera están pavimentadas. Además, circulan por sectores céntricos de estas localidades, donde se concentra una gran actividad peatonal y de vehículos locales.

Esta interacción de camiones de gran tamaño, circulando por zonas urbanas conformadas por ejes estrechos y con alta actividad en sus bordes, genera gran cantidad de accidentes. De hecho, las estadísticas de accidentes recopiladas indican que, del total de accidentes que se produjeron en estas zonas, los camiones estuvieron involucrados en casi el 40% de ellos, sin embargo, representan aproximadamente el 15% del total de vehículos que circula por la ruta N-59-Q. Un claro indicador del efecto negativo que produce el paso de camiones por estos sectores.

A continuación, se presenta en la figura N° 3.3-3 una síntesis general con los puntos conflictivos más relevantes detectados en las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay.

FIGURA N° 3.3-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
SÍNTESIS GENERAL DE CONFLICTOS EN LAS LOCALIDADES DE QUIRIQUINA, PUEBLO SECO, PEMUCO Y YUNGAY

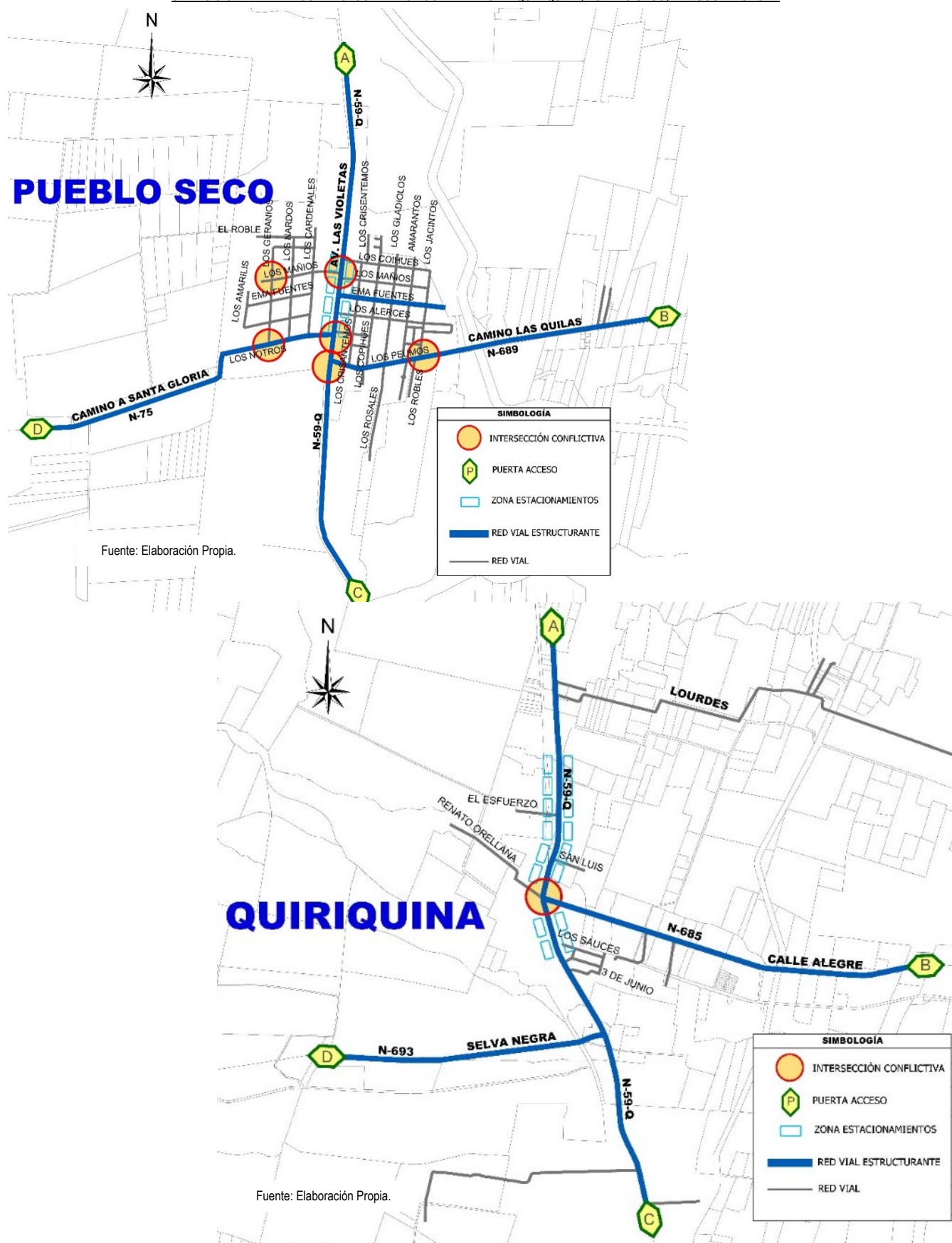
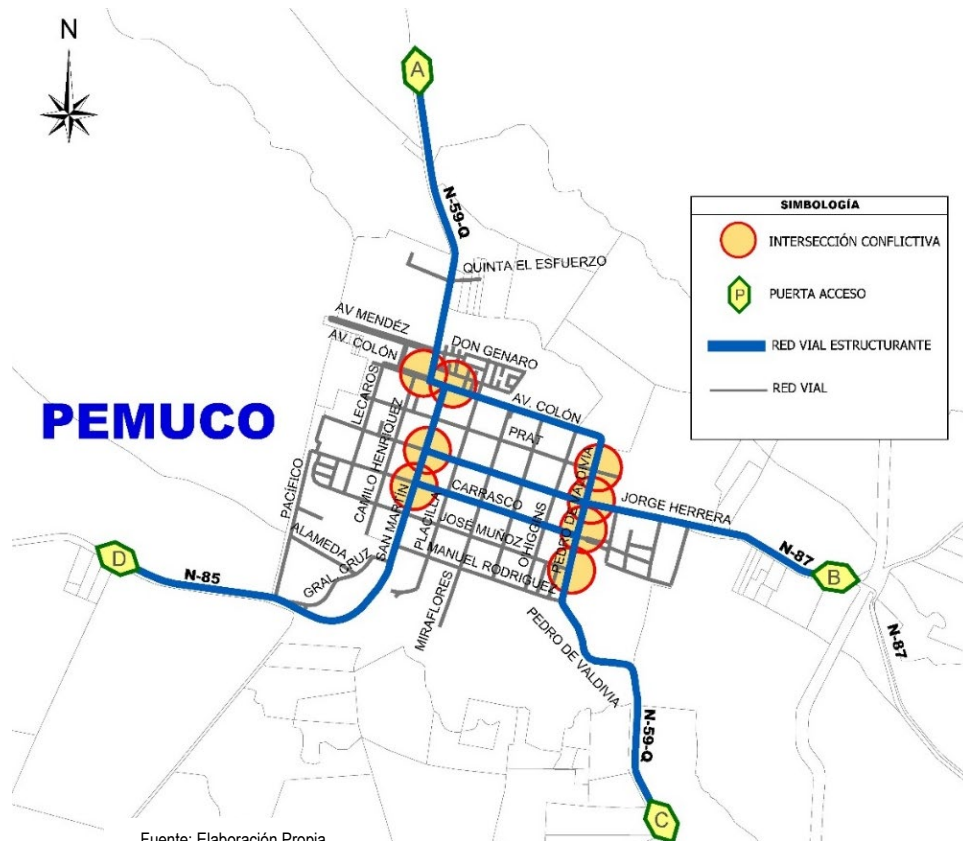
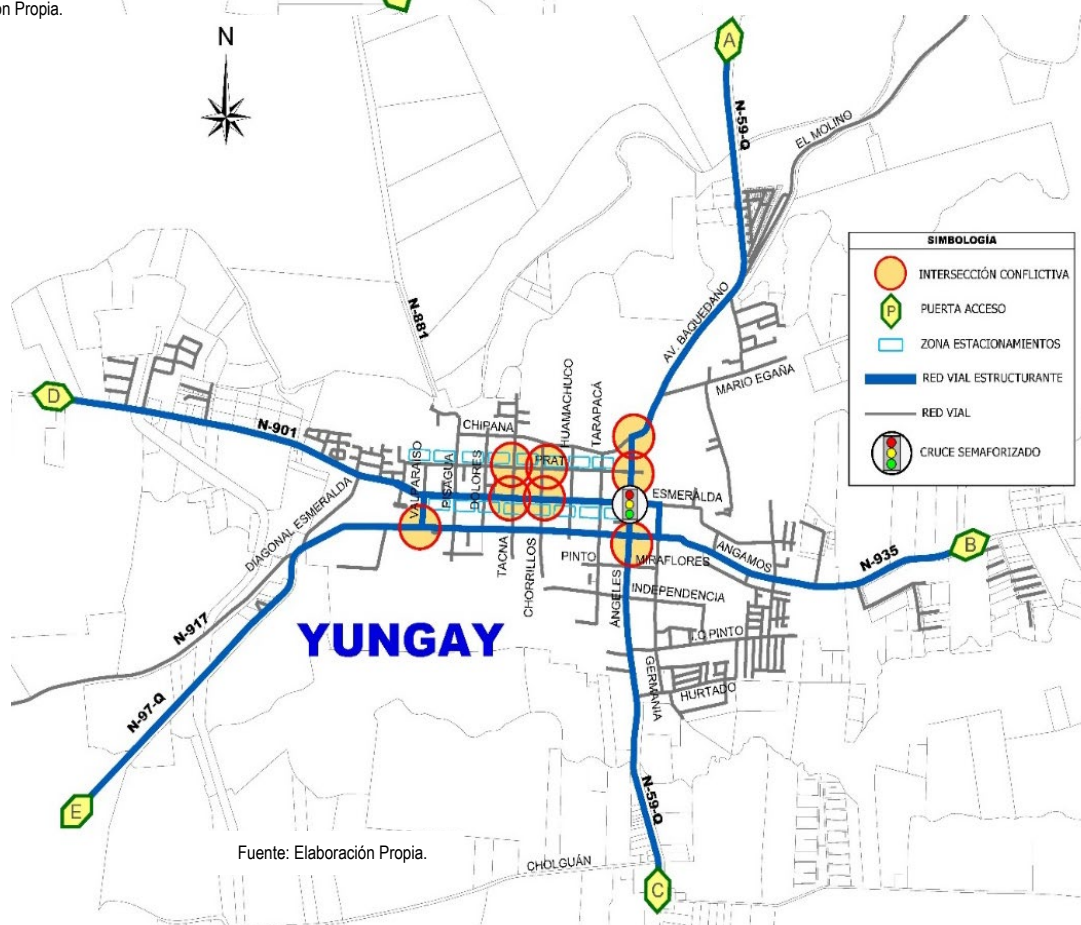


FIGURA N° 3.3-3 (continuación)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
SÍNTESIS GENERAL DE CONFLICTOS EN LAS LOCALIDADES DE QUIRIQUINA, PUEBLO SECO, PEMUCO Y YUNGAY

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.4.3 Recomendaciones

Siguiendo consideraciones estrictamente funcionales, como principal recomendación para la etapa de planteamiento de alternativas, cabe señalar que eventuales soluciones tipo by-pass corto, vale decir, muy cercanas a los límites urbanos, en el corto plazo serían “contaminadas” por efectos netamente urbanos en atención al crecimiento natural de las cuatro localidades bajo análisis. En este sentido, la tipología de conflictos esperables tendría relación con flujos peatonales y conflictos con el tráfico local, que incluso pueden traer la necesidad de semaforizar cruces específicos.

En definitiva, no se recomienda considerar eventuales soluciones emplazadas demasiado cerca de los límites urbanos, dado que a corto plazo se transformarían en circunvalaciones urbanas, antes que en elementos viales tipo by-pass interurbanos. Cabe recordar que dentro de los principales objetivos del estudio, se considera la generación de nuevas conexiones tipo by-pass, netamente interurbanos.

Con respecto a la seguridad vial, cabe destacar que en cuanto a tasas de accidentes, los vehículos de carga representan prácticamente un 40% del total, siendo que como categoría vehicular sólo representan al 11% del flujo total. Lo anterior, indica que presentan tasas de accidentes cuatro veces más altas que el resto de los vehículos. Sin duda este hecho se constituye en un antecedente fundamental al momento de proponer alternativas, reforzándose la idea de sacar a los vehículos de carga fuera de la trama urbana. Lo anterior, considerando la conectividad tanto norte-sur como la conectividad oriente-poniente.

3.4 Diagnóstico de Infraestructura

3.4.1 Introducción

El propósito de este capítulo es revisar, recopilar, definir metodologías, procesar y analizar la información existente o recopilada en terreno, a fin de evaluar el estado y/o la capacidad de la infraestructura asociada a la ruta en estudio.

El diagnóstico de la infraestructura se ha dividido en tres grandes grupos:

- Plataforma Vial
- Obras Complementarias
- Estructuras

El primero denominado “Plataforma Vial”, corresponde a la identificación y caracterización de los componentes básicos de la ruta:

- Pavimentos
- Perfiles Tipo
- Seguridad Vial

El segundo grupo, denominado “Obras Complementarias”, corresponde a aquellos elementos anexos a la vía, que intervienen en ella. Ellos son:

- Obras de Arte
- Canales
- Servicios

El tercer grupo denominado “Estructuras”, corresponde a todas las estructuras presentes en la vía que permiten el cruce a desnivel de otras vías, el cruce de cauces de agua, soluciones a depresiones relevantes del terreno, cruces de peatones a desnivel o el sostenimiento de cortes o taludes.

En este sentido se consideran estructuras tales como:

- Puentes
- Pasos Desnivelados
- Pasarelas
- Muros de Contención

3.4.2 Pavimentos y Estructuras

Cabe señalar que para la ruta bajo estudio, en toda su extensión se considera en el corto plazo la implementación de las soluciones generadas en el estudio de ingeniería "Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán Yungay", MOP, 2016. Dado lo anterior, para el presente estudio se tendrá como condición de borde una ruta prácticamente nueva en toda su extensión, no sólo a nivel de pavimentos sino que con optimización local de trazados y reposición total de pavimentos y estructuras. Aún dado lo anterior, de los catastros efectuados en el contexto del presente estudio, podemos afirmar que prácticamente en toda la extensión de la ruta los pavimentos se encuentran al final de su vida útil y en ciertos sectores particularmente urbanos, en franco estado de deterioro.

Con respecto a las estructuras, todas ellas son de larga data, no cumpliendo ninguna de ellas con la normativa vigente. En conclusión, todas las estructuras presentes en la ruta deben de ser reemplazadas y así será una vez que se implemente el mencionado proyecto de reposición y mantención de la ruta N-59-Q.

3.4.3 Drenaje y Saneamiento Existente

De acuerdo a la caracterización del o los sistemas de drenaje y saneamiento de la ruta N-59-Q realizado, se puede concluir lo siguiente.

a) Saneamiento y Drenaje Longitudinal

El saneamiento longitudinal se encuentra mayoritariamente en regular estado, correspondiente al 98%, mientras que un porcentaje bajo de obras presentan mal estado, alrededor de un 2%. De los elementos lineales de saneamiento longitudinal la mayor parte corresponde a fosos en tierra (75%), seguido por fosos revestidos (14%).

Para el saneamiento longitudinal el estudio de ingeniería "Reposición Ruta N-59-Q", sector Chillán – Yungay", realizado el año 2014, considera las siguientes acciones:

- Incorporar cunetas revestidas en todos aquellos sectores de corte, para dar continuidad a las cunetas se proyectarán fosos que permitan la descarga hacia obras transversales o terreno natural.
- Estudiar la incorporación de subdrenes en algunos puntos, ya que, a pesar de no haber cortes tan altos, la ruta cuenta con algunas de estas obras, se evaluará la zona de pendientes, en la que podría haber una carga importante de agua bajo la plataforma. Debido a la época no se han observado cortes con escurrimientos que permitan aclarar la necesidad o no de subdrenes por este motivo.
- Rehabilitar los fosos con una sección definida 0,5x0,5 y su revestimiento en el caso de sectores con pendiente.
- En las zonas urbanas, incorporar soleras tipo A o soleras Zarpa cuando los tramos sin descarga sean de mayor longitud. Respecto a los fosos existentes se evalúa rehabilitarlos con foso revestidos de 0,5x0,5. Si existen restricciones de espacio se incorporarán como fosos rectangulares bajo la acera.

b) Saneamiento y Drenaje Transversal

- La mayor parte de las obras de saneamiento transversal, aproximadamente un 61%, está destinada a darle continuidad a la gran cantidad de canales de regadío que cruzan el eje, mientras que el 39% corresponde al sistema de drenaje de la plataforma vial.
- Las obras de arte transversales se encuentran en su mayoría en regular estado (60%), seguido de las que se encuentra en buen estado (30%) y la menor parte se encuentran en mal estado (10%).

- Está conformado 9 tipos de obras distintas, donde las tres más comunes son los tubos de acero corrugado (TAC), que representan aproximadamente el 21 %, seguida de sifones con un 19% aproximadamente y en tercer lugar los cajones de hormigón con un 16% aproximado. Para el saneamiento transversal el estudio de ingeniería "Reposición Ruta N-59-Q", sector Chillán – Yungay", realizado el año 2014, considera las siguientes acciones:
 - Reforzar el sistema de drenaje transversal aumentando la capacidad de aquellas alcantarillas que no cumplan con la sección mínima de 1,0 m exigida según normativa, por otra parte, reemplazar todas aquellas alcantarillas que se encuentre en mal estado estructural.
 - Incorporar nuevas alcantarillas en todos aquellos sectores que lo requieran, tales como puntos bajos o aquellos que actualmente tienen un drenaje insuficiente.
 - Ejecutar faenas de limpieza de las alcantarillas que se mantienen, tanto el ducto como los cauces de entrada y salida que presenten obstrucciones de importancia.
 - Evaluar como un caso especial la situación de las obras de arte mayores ubicadas en la zona urbana de Quiriquina.

3.4.4 Redes de Servicios

En esta etapa del estudio, se desarrolló una caracterización de la infraestructura de redes de los siguientes servicios básicos; agua potable, aguas servidas, electricidad, gas y oleoductos. Lo anterior, en las localidades de Chillán Viejo, Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay. De acuerdo a la recopilación de antecedentes de redes de servicios realizada para el presente estudio, esta considera el levantamiento de información en las cuatro localidades que cruza ruta N-59-Q, que descritas de norte a sur son; Chillán Viejo, Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay. Las primeras dos pertenecen a la comuna de San Ignacio, mientras que las últimas dos corresponden a las ciudades de capitales de las comunas del mismo nombre.

Con respecto a las redes de servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas, de las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco, su administración este cargo de cooperativas de agua potable rural. En el caso de Quiriquina, la cooperativa solo administra la red de agua potable, mientras que el sistema de alcantarillado se reduce a fosas sépticas de las propiedades. En el caso de Pueblo Seco, la cooperativa de agua potable se encarga de administrar ambas redes de servicios. Por otra parte, en Pemuco y Yungay, las redes de agua potable y alcantarillado son administradas por la empresa ESSBIO. Las redes de Baja y Media Tensión eléctrica (BT y MT) presentes en las localidades, son administradas por la empresa Frontel. Mientras que las redes de Alta Tensión eléctrica (AT), que cruzan la ruta son administradas mayoritariamente por la empresa TRANSELEC, mientras una minoría están a cargo de TRANSNET.

El eje en estudio, además, es cruzado en distintos puntos por el Gasoducto del Pacífico y el Oleoducto Trasandino, administrados por las empresas INNERGY y Oleoducto Trasandino (Chile) S.A., respectivamente. La última red de servicio considerada, corresponde al canal Laja-Diguillin, que presta servicio a toda la zona comprendida entre el estero Colton por el norte y el río Laja por el sur, este canal es administrado por la Junta de Vigilancia Río Diguillin. Las interferencias con el canal Laja-Diguillin, se resolverán mediante el proyecto de puentes, que respeten las condiciones de funcionamiento del canal, en todo caso la solución utilizada deberá estar de acuerdo a las que proponga la junta de vigilancia.

Las redes de agua potable y alcantarillado, afectadas por el emplazamiento de los by-pass proyectados, consideraran el traslado de las tuberías de agua potable hacia los bordes de las calzadas o reforzamiento de estas y el rebaje de cámaras de las redes de alcantarillado o su traslado. Las redes de electricidad y telecomunicaciones que resulten afectadas por el emplazamiento de la plataforma vial de las alternativas de by-pass, considerarán el traslado de estas redes hacia los bordes de la plataforma. En el caso del gasoducto y oleoducto, las soluciones de las interferencias entre la plataforma vial del bypass y la tubería consideraran el reemplazo de la tubería que queda bajo la plataforma por una de mayor espesor o el reforzamiento de la existen mediante una solución propuesta por la empresa.

4.- ESTUDIO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS

4.1 Introducción

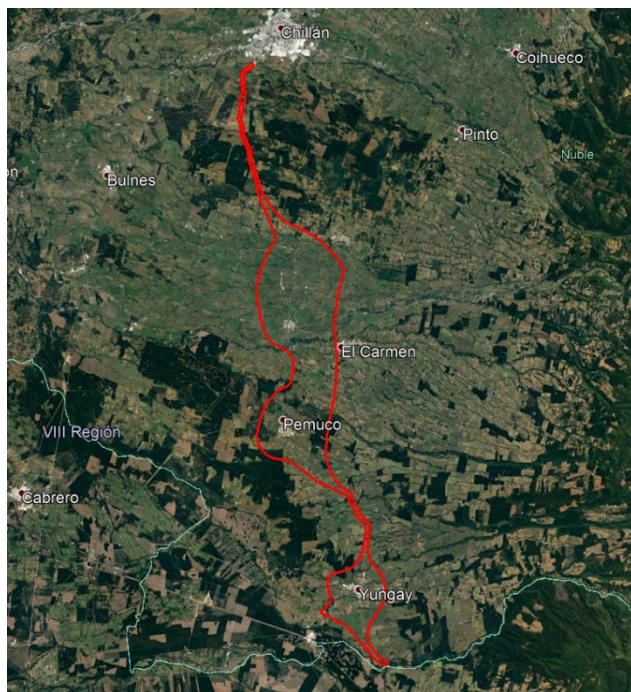
La presente tarea, considera el desarrollo de las siguientes instancias fundamentales:

- Levantamiento aerofotogramétrico (escala 1:5.000)
- Análisis Preliminar de Ingeniería, que en lo sustancial contempla:
 - . Geología de Superficie, Análisis Geológico e Hidrogeología
 - . Análisis Hidrológico e Hidráulico
 - . Análisis Geotécnico
- Condicionantes de Seguridad Vial (Monografías de Seguridad Vial)
- Desarrollo de Anteproyectos Preliminares de Caminos
- Anteproyectos Preliminares de Puentes y Estructuras
- Informe de Expropiaciones
- Presupuesto Preliminar de Alternativas

4.2 Levantamiento Aerofotogramétrico (escala 1:5.000)

En los párrafos siguientes, se mencionan los puntos más relevantes realizados en el proceso de elaboración de la cartografía digital a escala 1:5.000, para efectos del presente estudio. Se levantó una superficie total aproximada de 20.994 hectáreas. En la figura N° 4.2-1, se ilustra el área de levantamiento.

FIGURA N° 4.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS
RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ÁREA DE INTERÉS



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

- Recopilación de Información
- Vuelo y Toma de Imágenes Aéreas
- Sistema de Transporte de Coordenadas
- Control Fotogramétrico
- Restitución Fotogramétrica
- Entrega de Productos

Finalmente, los productos entregados en formatos digitales, son los siguientes:

- Archivos vectoriales de Restitución fotogramétrica 1:5000, en formatos DWG.
- Archivos raster de ortofotomosaico con resolución de 15 cm de pixel, en formato ECW.

4.3 Análisis Preliminar de Ingeniería

a) **Geología de Superficie, Análisis Geológico e Hidrogeología**

En síntesis, la geología y geomorfología de superficie se encuentra descrita en el punto 3.2.1.2 b), razón por la que no se repite nuevamente.

En lo que respecta a la proyección de las eventuales soluciones del estudio, todas ellas se desarrollarían sobre la unidad del valle central, diferenciando su área de influencia según la longitud y extensión de cada una de ellas. Con respecto a la geología local, pertenecen principalmente a la formación geológica denominada "Formación Mininco", caracterizada por la presencia de afloramientos sedimentarios en los valles fluviales quedando representada por tobáceas, limonitas y conglomerados. En general corresponde a una zona de depósitos no consolidados provenientes de ambientes sedimentarios y piroclásticos.

b) **Análisis Hidrológico e Hidráulico**

Con respecto a los análisis hidrológicos e hidráulicos, cabe señalar que en el punto 3.2.1.2 d), se efectúa una descripción de las principales características que presenta el sector. En los siguientes párrafos se enfatizan aspectos relevantes que le otorgan el carácter de autoexplicativo al presente capítulo.

La hidrografía del área en estudio queda definida por una serie de cursos fluviales que definen una red paralela de drenaje que escurre hacia el poniente. El sistema de drenaje pertenece a la cuenca del río Itata, siendo todos los cursos fluviales que atraviesan la ruta sus afluentes, los cuales después de distintos recorridos, van a desembocar finalmente en dicho río. Si bien el río Chillán no desemboca directamente en el río Itata como los otros, si lo hace en el río Ñuble, que a su vez es el principal tributario del Itata.

En general todas las cuencas en estudio nacen al poniente de la precordillera, por lo que se denominan preandinas, se destacan por su orientación Este-Oeste y un marcado cauce principal único, casi sin drenaje tipo árbol.

c) **Análisis Geotécnico**

Para efectos del análisis geotécnico correspondiente a los análisis preliminares de ingeniería, se consideró una inspección visual y superficial de los suelos expuestos. La caracterización de suelos/rocas se ha basado fundamentalmente en antecedentes bibliográficos. El suelo del área en lo que corresponde a cortes en cerro, exhibe arenas arcillosas, arenas limosas y arcillas arenosas. En cuanto a las características geotécnicas de este suelo residual, y en ausencia de ensayos específicos, se pueden establecer características promedio, tal como se reporta en el cuadro N° 4.3-1 adjunto.

CUADRO N° 4.3-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA SUELO PREDOMINANTE

PESO UNITARIO (t/m³)	COHESIÓN t/m²	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA
1.9-2.0	2-4	25-30

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto de un CBR representativo y basando la deducción en antecedentes bibliográficos en ausencia de ensayos en muestras de suelo, se deberá considerar el siguiente procedimiento y valores para prediseño.

- $E = 67 \text{ MPa}$
- $\text{CBR} = 8\%$

4.4 Condicionantes de Seguridad Vial

a) **Información de Riesgos Naturales**

Respecto a la información de riesgos naturales, en el punto 3.2.1.2 e), se efectúa una caracterización general de ellos. Para efectos de la presente sección, cabe sólo mencionar los riesgos potenciales asociados al territorio en la microzona de análisis:

- Riesgos **geológicos y tectónicos**, la zona no posee presencia de fallas tectónicas o zonas de ruptura aparente.
- Eventos de **carácter sísmico**, se encuentran los eventos asociados al Complejo Volcánico Nevados de Chillán.
- Eventos **hidrometeorológicos**, se presentan con una tasa de retorno de aproximadamente 25 años.
- Actualmente los **cursos fluviales** no presentan altas tasas de crecimiento producto de los escasas hídrica.
- Eventos **hidrometeorológicos**, cabe destacar que la zona de proyecto no presenta antecedentes de eventos de remoción en masa.
- **Incendios forestales**, los cuales en su mayoría tienen su génesis en factores antrópicos.

b) **Identificación de Tipos de Vehículos Representativos**

Conforme a la demanda reportada en el punto 3.3.4.1 "Análisis de Flujos Vehiculares", fue posible caracterizar los tipos de vehículos representativos y efectuar los siguientes comentarios:

- La mayor parte de los vehículos que circulan por la ruta N-59-Q corresponden a vehículos livianos con una participación que varía entre el 77% y 84% dependiendo el sector que se analice. Su participación media corresponde al 81,9%.
- Cabe destacar que los vehículos de carga representan una categoría relevante dentro de la ruta, con una participación que varía entre 11% y 14%. Su participación media corresponde al 12,9%.
- El transporte público reporta una presencia del 5.2%, en forma pareja a lo largo de la ruta.

Cabe destacar que las participaciones promedio de las distintas categorías vehiculares a lo largo de la ruta, prácticamente se mantienen constantes.

c) Sectorización de la Vía, Según Criterios de Seguridad Vial

En definitiva, la sectorización de la ruta para efectos de efectuar recomendaciones de seguridad vial, consideró las siguientes variables, indicándose los cursos de acción según corresponda:

- Geometría en planta y alzado (existen sectores con una geometría muy disímil, recomendándose un diseño que minimice las pendientes muy pronunciadas y los radios de giro en planta demasiado restrictivos).
- Entorno urbano o rural (se detectan sectores de muy disímiles características funcionales, según su proximidad a centros urbanos. En este sentido, se recomiendan medidas especiales de protección a peatones y ciclistas).
- Ubicación de estructuras y enlaces a nivel o desnivel (es esperable la proposición de soluciones desniveladas. En este sentido la recomendación se remite a proveer las estructuras de los elementos de seguridad del caso, particularmente señalización variable, sobreanchos, pasillos peatonales protegidos y barandas conforme a norma).
- Usos de suelo adyacentes a los trazados (la variación que se observa con respecto a los usos de suelo adyacentes, induce la recomendación de velocidades que discriminen respecto a lo que ocurre en los bordes del eje. Más cerca de Chillán Viejo se detecta actividad agrícola-industrial en tanto que hacia el sur se observa actividad netamente agrícola).
- Actividad peatonal (conforme a que las soluciones se emplacen más o menos cerca que los centros urbanos, es necesario pensar en medidas de control para el tráfico peatonal, llegando incluso a proponerse en caso de ser necesario, pasarelas peatonales).

Sobre la base de los aspectos anteriores, se generó la recomendación para desarrollar soluciones y los proyectos de seguridad asociados, en etapas posteriores, además de efectuarse las recomendaciones respecto a las velocidades de operación que deben de adoptarse.

4.5 Anteproyectos Preliminares de Caminos

El desarrollo de los anteproyectos preliminares de caminos, considera la generación de soluciones tipo by-pass a las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y Yungay, las cuales se desarrollan por fuera del radio urbano y/o en el límite contemplado en los instrumentos de planificación territorial vigentes, de cada localidad. Estos trazados se desarrollan tanto por el oriente como por el poniente de cada una de estas localidades.

Para el caso de las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco, debido a su cercanía (2 km aproximadamente), se han planteado dos alternativas que plantean soluciones simultáneas para ambas localidades. Asimismo, se incluyen seis alternativas de by-pass exterior, más alejadas de los centros urbanos.

Por otra parte, el desarrollo de los trazados incorpora las recomendaciones indicadas en reuniones sostenidas con las municipalidades de San Ignacio, Yungay y Pemuco. De ellas se rescató la necesidad de analizar trazados que resuelvan las conexiones oriente-poniente en las localidades de Pemuco y Yungay. Lo anterior, con el fin de conectar los flujos de tránsito pesado, principalmente camiones forestales que provienen de sectores cordilleranos hacia el poniente y que actualmente ingresan a los centros urbanos con los evidentes problemas que esto conlleva.

Respecto al diseño vial, se considera la clasificación funcional para el diseño indicada en el Manual de Carreteras Volumen 3, la cual corresponde a **Categoría de Camino Colector** para todas las alternativas.

La sección transversal considera una calzada bidireccional con una pista por sentido, con velocidades que pueden variar entre 60 y 80 km/h, a excepción de los pasos por zonas urbanas donde la velocidad se restringe a 60 km/h. En el cuadro N° 4.5-1, se presentan los parámetros geométricos considerados.

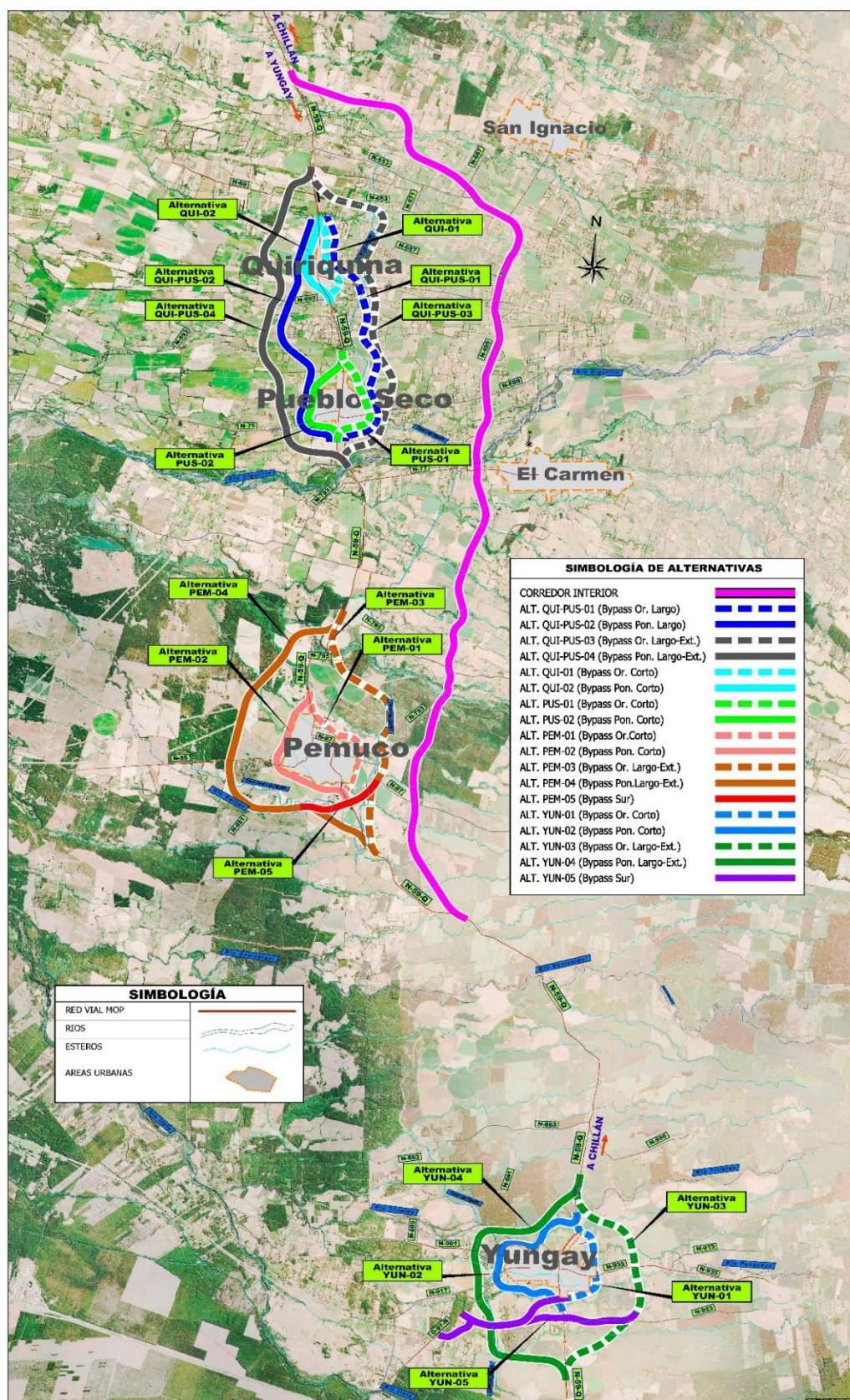
CUADRO N° 4.5-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PARÁMETROS DE DISEÑO PARA VELOCIDAD DE PROYECTO, CATEGORÍA DE CAMINO COLECTOR

VELOCIDAD DE PROYECTO	Vp	Km/H	60	70	80
Distancia Visibilidad de Parada (i=0%)	Dp	m	70	90	115
Distancia Visibilidad de Adelantamiento	Da	m	370	440	500
Alineaciones en Recta	Lr	m	Lr máximo = $120 V_p \text{ km/hr}$ Para todo V.		
Radio Mínimo en curva	Rm	m	120	180	250
Peralte Máximo	p	%	7	7	7/8
Pendiente Máxima	i	%	8	8	8-6-5
Cond. Adicionales A Clotoides	-		Por desarrollo Peralte- Por Longitud L. máx < 1,5 L mín.- Siempre A < R		
Curva Vertical Convexa ($V' = V_p$)	Kv	m	1.200	1.800	3.000
Curva Vertical Cóncava (V_p)	Kc	m	1.400	1.900	2.600
Curva Vertical Cóncava (con Iluminación)	Kci	m	950	1.300	1.700
Curva Vertical Convexa por adelantamiento	Ka	m	14.900	21.000	27.200
Longitud mínima de Curva Vertical	2T	m	En general $2T_{\min} > V \text{ (km/hr)}$; si $2T_{\min}$ Controla K mín. $= V/0$ -Salvo casos 3.204.406		

Fuente: Manual de Carreteras - Vol. 3. - Tabla 3.201.5 a.

En definitiva, se generó un total de 19 alternativas de by-pass, las cuales se ilustran en la figura N° 4.5-1 adjunta, en su contexto territorial.

FIGURA N° 4.5-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TRAZADO DE LAS 19 ALTERNATIVAS PRELIMINARES EN SU CONTEXTO TERRITORIAL

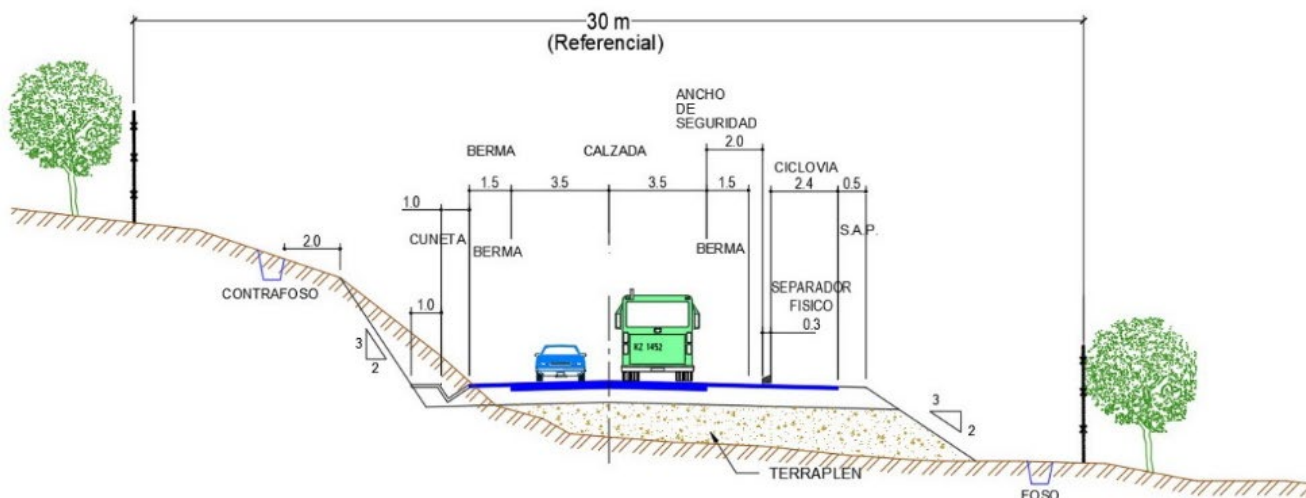


Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

El Perfil Tipo establece calzada bidireccional con una pista por sentido de 3,5m de ancho cada una, bermas de 1,5 a cada lado y S.A.P. de 0.5 m. Este perfil contempla una carpeta de pavimento asfáltico de rodadura de 20 años y bombeo de la calzada de 2,5%. La incorporación de ciclovia bidireccional de 2,4 m de ancho requiere un ancho de seguridad de 2,0 m, además de un separador físico tipo solera montable de 30 cm de ancho. Cabe mencionar que se considera un ancho de faja referencial de 30 m, el cual es variable debido a la existencia de cortes y terraplenes.

El perfil tipo propuesto se presenta en la figura N° 4.5-2 siguiente.

FIGURA N° 4.5-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CON CICLOVÍA LADO DERECHO



Fuente: Elaboración Propia.

En los párrafos siguientes, se reportan las alternativas propuestas, junto a sus elementos singulares:

- **Alternativa Corredor Interior, localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, San Ignacio, El Carmen y Pemuco.** Comprende una longitud de construcción de 31,29 km. Presenta once nudos viales, cinco de ellos son pasos superiores desnivelados y se considera la construcción veintitún nuevos puentes.
- **Alternativa QUI-PUS-01 (by-pass oriente largo), localidades de Quiriquina y Pueblo Seco.** Comprende una longitud de construcción de 8,21 km. Presenta cuatro nudos viales, dos de ellos son pasos superiores desnivelados y se considera la construcción dos nuevos puentes.
- **Alternativa QUI-PUS-02 (by-pass poniente largo), localidades de Quiriquina y Pueblo Seco.** Comprende una longitud de construcción de 8,07 km. Presenta cuatro nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado y se considera la construcción de un nuevo puente.
- **Alternativa QUI-PUS-03 (by-pass oriente largo-exterior), localidad de Quiriquina y Pueblo Seco.** Comprende una longitud de construcción de 11,67 km. Presenta cinco nudos viales, dos de ellos son pasos superiores desnivelados y considera la construcción de seis nuevos puentes.
- **Alternativa QUI-PUS-04 (by-pass poniente largo-exterior), localidad de Quiriquina y Pueblo Seco.** Comprende una longitud de 11,51 km. Presenta cuatro nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado y considera la construcción de tres nuevos puentes.
- **Alternativa QUI-01 (by-pass oriente corto), localidad de Quiriquina.** Comprende una longitud de construcción de 2,95 km. Presenta tres nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado. Esta alternativa no contempla nuevos puentes.
- **Alternativa QUI-02 (by-pass poniente corto), localidad de Quiriquina.** Comprende una longitud de construcción de 3,00 km. Presenta dos nudos viales, uno de ellos es un paso desnivelado. Esta alternativa no contempla nuevos puentes.

- **Alternativa PUS-01 (by-pass oriente corto), localidad de Pueblo Seco.** Comprende una longitud de 3,56 km. Presenta tres nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado y considera la construcción de un nuevo puente.
- **Alternativa PUS-02 (by-pass poniente corto), localidad de Pueblo Seco.** Comprende una longitud de construcción de 3,79 km. Presenta tres nudos viales, dos de ellos son pasos superiores desnivelados y considera la construcción de un nuevo puente.
- **Alternativa PEM-01 (by-pass oriente corto), localidad de Pemuco.** Comprende una longitud de construcción de 4,29 km. Presenta tres nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado y considera la construcción de dos nuevos puentes.
- **Alternativa PEM-02 (by-pass poniente corto), localidad de Pemuco.** Comprende una longitud de construcción de 5,11 km. Presenta cinco nudos viales, dos de ellos son pasos superiores desnivelados y considera la construcción de dos nuevos puentes.
- **Alternativa PEM-03 (by-pass oriente largo-exterior), localidad de Pemuco.** Comprende una longitud de construcción de 8,68 km. Presenta cuatro nudos viales y dos de ellos son pasos superiores y considera la construcción de dos nuevos puentes.
- **Alternativa PEM-04 (by-pass poniente largo-exterior), localidad de Pemuco.** Comprende una longitud de construcción de 11,64 km. Presenta tres nudos viales, dos de ellos son pasos superiores desnivelados y considera la construcción de ocho nuevos puentes.
- **Alternativa PEM-05 (by-pass sur), localidad de Pemuco.** Comprende una longitud de construcción de 2,56 km.

Cabe indicar, que el sistema de by-pass sur entre la ruta N-887 por el oriente y la ruta N-85 por el poniente, requieren una combinación de tramos de los by pass orientes y ponientes, Alternativa PEM-03 y Alternativa PEM-04. Esta alternativa presenta un nudo vial tipo paso superior desnivelado y considera la construcción de cuatro nuevos puentes.

- **Alternativa YUN-01 (by-pass oriente corto), localidad de Yungay.** Comprende una longitud de construcción de 3,53 km. Presenta cuatro nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado y considera tres nuevos puentes.
- **Alternativa YUN-02 (by-pass poniente corto), localidad de Yungay.** Comprende una longitud de construcción de 6,30 km. Presenta tres nudos viales a nivel y considera la construcción de cinco nuevos puentes.
- **Alternativa YUN-03 (by-pass oriente largo-exterior), localidad de Yungay.** Comprende una longitud de construcción una longitud de 8,28 km. Presenta tres nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado y se considera la construcción de siete nuevos puentes.
- **Alternativa YUN-04 (by-pass poniente largo-exterior), localidad de Yungay.** Comprende una longitud de construcción de 10,12 km. Presenta seis nudos viales, uno de ellos es un paso superior desnivelado y considera la construcción de seis nuevos puentes.
- **Alternativa YUN-05 (by-pass sur), localidad de Yungay.** Comprende una longitud de construcción de 8,52 km incluidos los ramales través de las rutas N-953 y N-945 al sur de Yungay,

Cabe indicar, que el sistema de bypass sur entre las rutas N-935 por el oriente y O-97-N por el poniente, requieren una combinación de tramos de los by-pass orientes, Alternativa YUN-01 o Alternativa YUN-03. Esta alternativa presenta tres nudos viales, dos de ellos son pasos superiores desnivelados y se considera la construcción de dos nuevos puentes.

Como conclusión final, respecto a las alternativas de by-pass, desarrolladas a lo largo de la etapa, donde se exploran trazados alternativos de menor longitud y cercanos a la trama urbana denominados "by-pass cortos", cabe señalar que ellos fueron incorporados al análisis de alternativas con el objetivo de presentar opciones de trazados con un estándar mínimo de menor envergadura y por ende un menor impacto en costos de inversión.

En esa línea de trabajo, con dichos trazados de menor longitud se esperaba obtener costos globales considerablemente más bajos en comparación con las opciones de "by-pass exteriores". Es necesario indicar que esta hipótesis no es verdadera por las razones que se exponen:

- El hecho de tener alternativas cercanas a los radios urbanos, implica que el crecimiento previsto de las tramas urbanas a lo largo del tiempo y de acuerdo a la experiencia reconocida en el país, se tenderá a absorber los trazados de alternativas cortas, quedando éstos insertos dentro de las localidades. Lo anterior, se prevé en un corto-mediano plazo, requiriéndose a la brevedad modificar sus características y estándar para acomodarlo más a una vía con características de circunvalación urbana que a una vía tipo by-pass interurbano, que correspondería al objetivo del presente estudio.
- El efecto anterior, induciría cambios físicos-operacionales, para su readecuación a condiciones netamente urbanas (reductores de velocidad, cruces peatonales, inclusive semaforización si es necesario, entre otros, etc.).
- Por otro lado, desde el punto de vista estratégico y de la red vial, proveer soluciones tipo by-pass permitirían otorgar una clara continuidad de la vía, que en definitiva es lo que se busca.
- Finalmente, cabe indicar que las opciones de by-pass cortos, a pesar de encontrarse fuera de los límites urbanos y/o cerca de ellos, acorde a los planos reguladores vigentes, de acuerdo a los antecedentes con que se cuenta respecto de los precios de los terrenos, se observan altos valores asociados a las expropiaciones de las fajas necesarias para su materialización, pudiendo ir en promedio entre 0,4 a 2,4 UF/m², dependiendo de la localidad.

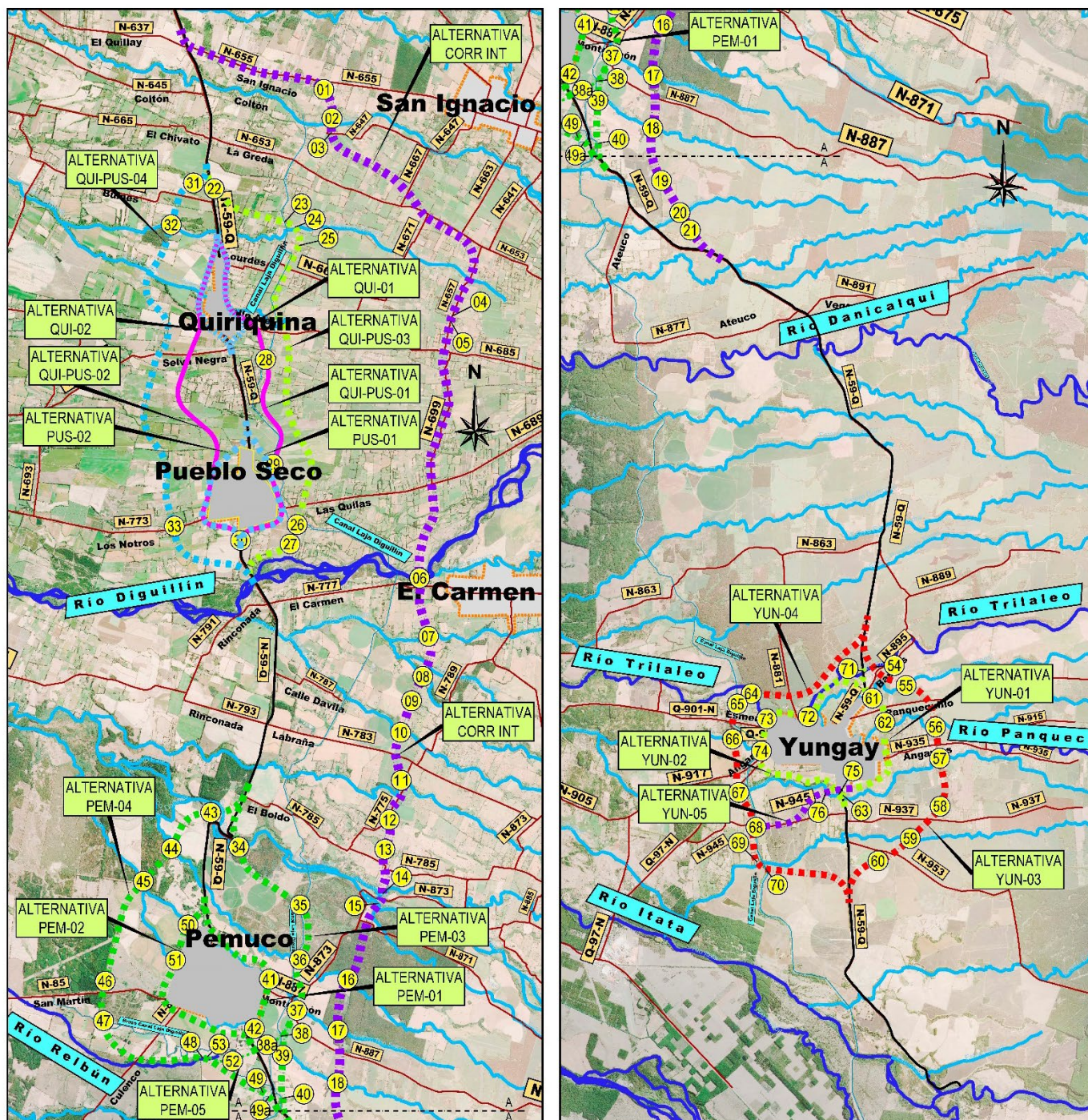
Por lo anteriormente expuesto, es que **se recomienda descartar** en las etapas siguientes de análisis a todas las alternativas asociadas a by-pass cortos o soluciones emplazadas en el entorno inmediato de los límites urbanos, tales como; Alternativa QUI-PUS-01 (by-pass oriente largo), Alternativa QUI-PUS-02 (by-pass poniente largo), Alternativa QUI-01 (by-pass oriente corto), Alternativa QUI-02 (by-pass poniente corto), Alternativa PUS-01 (by-pass oriente corto), Alternativa PUS-02 (by-pass poniente corto), Alternativa PEM-01 (by-pass oriente corto), Alternativa PEM-02 (by-pass poniente corto), Alternativa YUN-01 (by-pass oriente corto) y Alternativa YUN-02 (by-pass poniente corto).

4.6 Anteproyectos Preliminares de Puentes y Estructuras

El desarrollo de las alternativas preliminares, contempla la implementación de puentes proyectados a lo largo de todo su trazado. En definitiva, se han identificado setenta y seis puentes, los que oscilarían entre los 10 y los 210 m de longitud. Cabe señalar que la amplia mayoría de ellos oscila entre los 10 y los 30 m de largo. El único puente de cierta envergadura corresponde a la alternativa del corredor interior, que contaría con un puente de 210 m de largo en el río Diguillín.

Cabe señalar que los 76 puentes se distribuyen a lo largo de todas las alternativas planteadas, tal como se indica en la figura N° 4.6-1 adjunta.

FIGURA Nº 4.6-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
LOCALIZACIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS PRELIMINARES DE PUENTES Y ESTRUCTURAS



Fuente: Elaboración Propia.

4.7 Informe de Expropiaciones

En términos generales, no se han detectado mayores dificultades para identificar los predios afectos, ni para identificar las futuras adquisiciones que se deberían realizar para la implementación de las alternativas estudiadas.

Como síntesis del trabajo desarrollado, en el cuadro N° 4.7-1 adjunto, se reportan las superficies a expropiar según alternativa, considerando tanto superficies de terreno como de edificación. Asimismo, se indica el valor de las expropiaciones asociadas a terreno y edificación y el valor total en UF (a diciembre de 2019), según alternativa.

CUADRO N° 4.7-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DE EXPROPIACIONES POR ALTERNATIVA

ALTERNATIVAS	SUP. EXPROPIACION (m²)		VALOR EXPROPIACIÓN (UF)		TOTAL (UF)
	TERRENO	EDIFICACIÓN	TERRENO	EDIFICACIÓN	
CORREDOR INTERIOR	1.041.411	5.780	41.656	72.718	114.374
QUI-PUS-01	279.354	1.655	86.515	21.231	107.746
QUI-PUS-02	271.186	1.253	90.642	15.663	106.305
QUI-PUS-03	400.241	2.435	16.010	30.431	46.441
QUI-PUS-04	388.623	1.054	15.545	13.169	28.714
QUI-01	99.338	2.359	113.163	29.481	142.645
QUI-02	89.782	2.811	181.013	35.138	216.150
PUS-01	120.742	333	57.956	4.713	62.668
PUS-02	121.624	824	58.379	10.294	68.673
PEM-01	139.073	0	134.901	0	134.901
PEM-02	167.913	0	162.875	0	162.875
PEM-03	277.937	324	11.117	4.050	15.167
PEM-04	411.574	886	16.463	11.075	27.538
PEM-05	100.545	0	24.939	0	24.939
YUN-01	114.891	4.291	284.394	55.231	339.626
YUN-02	205.162	2.489	295.901	31.634	327.535
YUN-03	301.194	401	24.096	5.013	29.108
YUN-04	329.255	1.159	47.378	14.926	62.305
YUN-05	251.938	2.302	179.435	28.463	207.897

Fuente: Elaboración Propia.

4.8 Presupuestos de Anteproyectos Preliminares de Caminos

Para el presupuesto preliminar de alternativas, se definieron grupos de partidas que conforman los montos de inversión totales. Estos corresponden a:

- Preparación del Área de Trabajo
- Movimiento de Tierras
- Capas Granulares
- Revestimientos y Pavimentos
- Estructuras
- Saneamiento y Obras Conexas
- Control y Seguridad
- Paisajismo
- Iluminación
- Desvíos de Tránsito
- Proyecto y Asesoría
- Imprevistos (10% subtotal)

En los cuadros N° 4.8-1 a N° 4.8-4 adjuntos, se resume la estimación de los montos de inversión de las alternativas preliminares por localidad, correspondiente a un total de diecinueve alternativas de solución.

CUADRO N° 4.8-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
MONTOS DE INVERSIÓN. ALTERNATIVA DE CORREDOR INTERIOR. ALTERNATIVAS DE BY-PASS CORTO A QUIRIQUINA Y
ALTERNATIVAS DE BY-PASS CORTO A PUEBLO SECO
(miles de pesos a diciembre de 2019)

DESIGNACIÓN	ALTERNATIVA CORREDOR INTERIOR	ALTERNATIVAS QUIRIQUINA		ALTERNATIVAS PUEBLO SECO	
		QUI-01 (Bypass Or. Corto)	QUI-02 (Bypass Pon. Corto)	PUS-01 (Bypass Or. Corto)	PUS-02 (Bypass Pon. Corto)
Preparación del Área de Trabajo	101.359	9.272	11.408	11.904	13.059
Movimiento de Tierras	6.519.296	420.364	383.626	834.503	881.157
Capas Granulares	4.173.948	258.075	265.253	324.582	329.109
Revestimientos y Pavimentos	7.219.775	744.421	762.995	810.848	809.954
Estructuras	17.134.747	368.337	445.687	586.000	1.031.687
Saneamiento y Obras Conexas	1.755.248	157.288	162.205	201.711	209.736
Control y Seguridad	1.090.444	97.359	100.402	124.856	129.345
Cambio de Servicios	914.797	91.961	91.961	91.961	108.511
Paisajismo	100.577	9.299	9.453	11.229	11.930
Iluminación	364.905	33.739	34.296	40.740	43.284
Desvíos de Tránsito	629.510	32.695	34.959	41.198	50.458
Proyecto y Asesoría	2.000.230	111.141	115.112	153.977	180.912
Imprevistos (10% Subtotal)	4.324.242	626.094	842.125	485.361	556.230
Subtotal	46.329.079	2.960.045	3.259.482	3.718.870	4.355.371
IVA 19%	8.802.525	562.409	619.302	706.585	827.521
Expropiaciones	3.237.815	4.038.128	6.119.010	1.774.082	1.944.067
Total Privado sin IVA	49.566.895	6.998.173	9.378.492	5.492.952	6.299.438
Total Privado con IVA	58.369.420	7.560.581	9.997.793	6.199.537	7.126.959
Total Social	44.307.171	6.648.710	9.018.752	4.979.951	5.693.277
Valor Residual*	17.158.526	4.406.199	6.545.992	2.307.926	2.833.102

(*)= 100% EXP+100% C. SERV+ 80% ESTRUCTURAS

Longitud Alternativa (km)	31,93	2,95	3,00	3,56	3,79
Miles de Pesos por Kilómetro	1.828.088	2.561.016	3.331.563	1.739.114	1.881.777

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 4.8-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
MONTOS DE INVERSIÓN DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES EN QUIRIQUINA Y PUEBLO SECO
(miles de pesos a diciembre de 2019)

DESIGNACIÓN	ALTERNATIVAS QUIRIQUINA Y PUEBLO SECO			
	QUI-PUS-01 (Bypass Or. Largo)	QUI-PUS-02 (Bypass Pon. Largo)	QUI-PUS-03 (Bypass Or. Largo-Ext.)	QUI-PUS-04 (Bypass Pon. Largo-Ext.)
Preparación del Área de Trabajo	26.077	25.608	37.037	28.519
Movimiento de Tierras	1.619.471	1.590.330	2.300.063	2.059.144
Capas Granulares	1.073.859	1.054.536	1.525.155	1.073.859
Revestimientos y Pavimentos	1.951.878	1.916.755	2.772.166	1.951.878
Estructuras	2.458.534	1.031.687	3.111.523	1.467.013
Saneamiento y Obras Conexas	451.584	443.458	641.365	632.794
Control y Seguridad	280.546	275.497	398.447	393.122
Cambio de Servicios	235.356	231.121	334.266	329.798
Paisajismo	25.876	25.411	36.751	36.260
Iluminación	93.882	92.192	133.336	131.554
Desvíos de Tránsito	124.850	94.951	169.714	110.944
Proyecto y Asesoría	417.096	339.077	572.991	410.744
Imprevistos (10% Subtotal)	1.139.210	979.093	1.277.452	902.774
Subtotal	9.898.220	8.099.717	13.310.264	9.528.403
IVA 19%	1.880.662	1.538.946	2.528.950	1.810.397
Expropiaciones	3.050.190	3.009.388	1.314.697	812.856
Total Privado sin IVA	12.948.410	11.109.105	14.624.961	10.341.259
Total Privado con IVA	14.829.071	12.648.051	17.153.911	12.151.656
Total Social	11.657.961	9.919.750	12.792.144	8.914.146
Total Social Residual*	5.213.426	3.635.959	3.945.160	2.187.375

(*)= 100% EXP+100% C. SERV+ 80% ESTRUCTURAS

Longitud Alternativa (km)	8,21	8,07	11,67	11,51
Miles de Pesos por Kilómetro	1.805.199	1.567.909	1.470.306	1.055.658

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 4.8-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
MONTOS DE INVERSIÓN DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES EN PEMUCO
(miles de pesos a diciembre de 2019)

DESIGNACIÓN	ALTERNATIVAS PEMUCO				
	PEM-01 (Bypass Or.Corto)	PEM-02 (Bypass Pon. Corto)	PEM-03 (Bypass Or.Largo-Ext.)	PEM-04 (Bypass Pon.Largo-Ext.)	PEM-05 (Bypass Sur)
Preparación del Área de Trabajo	23.844	15.896	27.547	36.952	8.117
Movimiento de Tierras	1.324.521	1.181.534	1.710.732	2.294.782	504.061
Capas Granulares	402.291	472.515	1.134.373	1.521.653	334.239
Revestimientos y Pavimentos	965.885	1.113.978	2.061.871	2.765.802	607.523
Estructuras	1.390.035	1.758.371	3.555.442	4.775.903	2.699.843
Saneamiento y Obras Conexas	235.565	284.283	477.032	639.893	140.556
Control y Seguridad	145.811	175.966	296.355	397.532	87.320
Cambio de Servicios	114.951	114.951	248.619	333.498	73.255
Paisajismo	13.522	16.085	27.334	36.666	8.054
Iluminación	49.061	58.359	99.172	133.030	29.221
Desvíos de Tránsito	63.269	76.420	151.052	202.755	77.552
Proyecto y Asesoría	236.438	263.418	489.476	656.923	228.487
Imprevistos (10% Subtotal)	854.767	987.920	1.021.891	1.391.804	527.575
Subtotal	5.819.958	6.519.696	11.300.896	15.187.192	5.325.802
IVA 19%	1.105.792	1.238.742	2.147.170	2.885.566	1.011.902
Expropiaciones	3.818.911	4.610.837	429.376	779.572	706.009
Total Privado sin IVA	9.638.870	11.130.533	11.730.272	15.966.764	6.031.810
Total Privado con IVA	10.744.662	12.369.275	13.877.443	18.852.331	7.043.713
Total Social	8.916.868	10.374.005	10.340.210	14.038.326	5.526.886
Total Social Residual*	4.986.995	6.059.446	3.373.886	4.683.699	2.831.947
(*)= 100% EXP+100% C. SERV+ 80% ESTRUCTURAS					
Longitud Alternativa (km)	4,29	5,11	8,68	11,64	2,56
Miles de Pesos por Kilómetro	2.502.941	2.422.299	1.599.234	1.619.601	2.754.881

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 4.8-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
MONTOS DE INVERSIÓN DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES EN YUNGAY
(miles de pesos a diciembre de 2019)

DESIGNACIÓN	ALTERNATIVAS YUNGAY				
	YUN-01 (Bypass Or. Corto)	YUN-02 (Bypass Pon. Corto)	YUN-03 (Bypass Or. Largo-Ext.)	YUN-04 (Bypass Pon. Largo-Ext.)	YUN-05 (Bypass Sur.)
Preparación del Área de Trabajo	11.205	20.001	26.282	32.119	25.941
Movimiento de Tierras	695.838	1.242.120	1.632.176	1.994.682	1.680.378
Capas Granulares	461.405	823.640	1.082.284	1.322.659	1.114.246
Revestimientos y Pavimentos	838.663	1.497.073	1.967.191	2.404.104	2.025.287
Estructuras	1.405.342	3.610.074	4.856.766	4.196.074	1.706.435
Saneamiento y Obras Conexas	194.032	346.361	455.127	556.211	468.568
Control y Seguridad	120.542	215.176	282.747	345.545	291.097
Cambio de Servicios	101.125	180.516	237.202	289.885	244.207
Paisajismo	11.118	19.847	26.079	31.871	26.849
Iluminación	40.338	72.006	94.618	115.633	97.412
Desvíos de Tránsito	58.213	125.943	167.753	170.223	106.810
Proyecto y Asesoría	196.891	407.638	541.411	572.950	389.362
Imprevistos (10% Subtotal)	1.355.229	1.742.495	1.165.224	1.322.279	1.367.260
Subtotal	5.489.941	10.302.891	12.534.861	13.354.235	9.543.853
IVA 19%	1.043.089	1.957.549	2.381.624	2.537.305	1.813.332
Expropiaciones	9.614.473	9.272.193	824.020	1.763.784	5.885.372
Total Privado sin IVA	15.104.414	19.575.085	13.358.881	15.118.019	15.429.225
Total Privado con IVA	16.147.503	21.532.634	15.740.504	17.655.323	17.242.557
Total Social	14.558.272	18.528.611	11.948.866	13.502.116	14.192.307
Total Social Residual*	10.516.151	12.193.477	4.748.749	5.235.484	7.417.478
(*)= 100% EXP+100% C. SERV+ 80% ESTRUCTURAS					
Longitud Alternativa (km)	3,53	6,30	8,28	10,12	8,52
Miles de Pesos por Kilómetro	4.574.902	3.417.575	1.901.236	1.744.964	2.022.922

Fuente: Elaboración Propia.

5.- ESTUDIO DE DEMANDA

El estudio de demanda se remite en lo fundamental a consolidar el proceso de proyección de la demanda, mediante el análisis de las tasas de crecimiento según categoría vehicular. Posteriormente, se determinó la periodización del estudio, para luego poder abordar la construcción de las matrices origen-destino según período. Finalmente, se reporta la calibración de los modelos de elección de ruta, principal producto de la presente tarea.

5.1 Proyección de la Demanda

Para efectos de proyectar la demanda vehicular en el área de estudio, fue necesario en primera instancia, calcular tasas de crecimiento por tipo de vehículo, que permitieran expandir los viajes entre un par de zonas (i,j) y proyectarlos a algún determinado corte temporal futuro. Con este propósito, mediante los datos que aporta fundamentalmente el Plan Nacional de Censos del MOP, se calibraron modelos de demanda directa que permiten la estimación de tasas con un grado de confiabilidad aceptable.

Como información base para este proceso, se utilizaron los datos históricos de flujos vehiculares del Plan Nacional de Censos del MOP, antecedentes de población provincial, población comunal, actividad turística, producto interno bruto nacional y producto interno bruto regional.

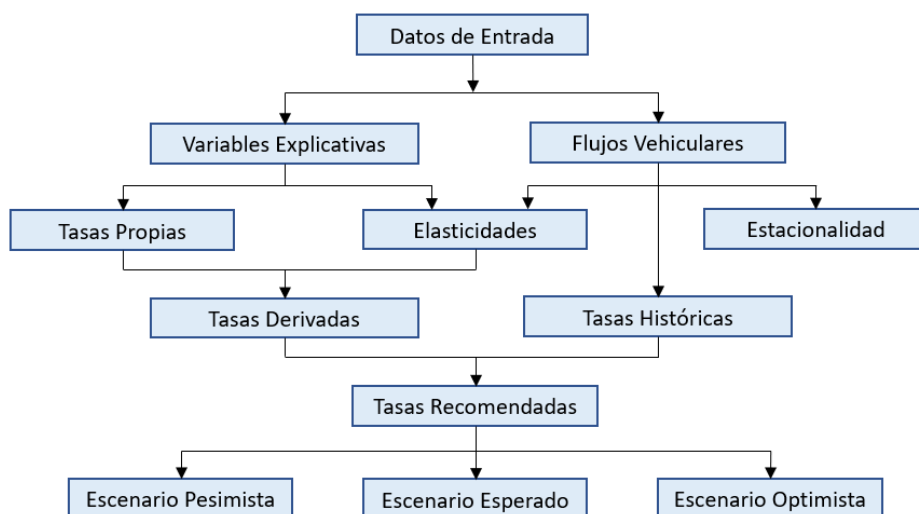
En primera instancia, el análisis de la *evolución histórica* del flujo vehicular, se realizó mediante la calibración de un modelo econométrico de tipo "exponencial", alimentado por las series históricas de datos, lo que permitió contar con tasas de crecimiento históricas.

Las tasas de crecimiento así determinadas, se afinaron mediante la incorporación del comportamiento de otras variables explicativas del fenómeno asociado al crecimiento vehicular. Reconociendo que los flujos vehiculares tienen relación directa con el *sistema de actividades*, se incorporan al análisis otras variables explicativas del fenómeno, fundamentalmente relacionadas con población y actividad económica, esta última a través del producto interno bruto.

Las tasas de crecimiento históricas, han sido complementadas mediante tasas de crecimiento derivadas. Estas últimas, se determinan relacionando en forma directa al flujo vehicular con las variables explicativas antes mencionadas (población provincial estimada, población comunal estimada, actividad turística, producto interno bruto nacional y producto interno bruto regional). Para realizar lo anterior, se ha postulado una relación estadística del tipo "potencial", que tiene como principal propiedad presentar una elasticidad constante.

En definitiva, el procedimiento adoptado, se sintetiza en la figura N° 5.1-1 adjunta.

FIGURA N° 5.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR TASAS DE CRECIMIENTO



Fuente: Elaboración Propia.

En definitiva, de los análisis desarrollados se concluyó en la recomendación de las tasas según categoría vehicular, que se reportan en el cuadro N° 5.1-1 adjunto.

CUADRO N° 5.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TASAS DE CRECIMIENTO RECOMENDADAS
 (%)

TIPO DE VEHÍCULO	TIPO DE ESCENARIO		
	PESIMISTA	ESPERADO	OPTIMISTA
Vehículos Livianos	6,3	7,34	9,6
Camiones Simples	2,1	2,98	4,4
Camiones Articados	1,2	1,50	2,6
Transporte Público	-1,2	-0,82	-0,8

Fuente: Elaboración Propia.

Por cierto, para efectos de los análisis funcionales y económicos en el contexto del presente estudio, se ha optado por aplicar el escenario esperado.

5.2 Definición de la Periodización

5.2.1 Generalidades

La periodización consiste en la determinación de una tipología de horas dentro de una semana tipo, de manera que cada una de estas horas, tenga características homogéneas en cuanto a los niveles de flujo, estructuras de viajes y niveles de sus variables de nivel de servicio.

Para la determinación de la periodización, se utilizó como referencia la metodología expuesta en la sección 1.404 del Volumen 1 Tomo II del Manual de Carreteras. Esta metodología propone, en términos generales, la agrupación de horas que presenten características similares, en términos de volúmenes de flujo expresados en vehículos equivalentes.

Para realizar la periodización, se recurrió a los conteos vehiculares que se realizaron en temporada normal y de verano.

5.2.2 Determinación de Períodos Básicos

En general, el criterio para identificar períodos se remite principalmente a los volúmenes de flujo vehicular. Para cada punto de control disponible, se determinó el flujo vehicular en intervalos cada una hora. Posteriormente, se procedió a la agregación de todos los puntos de control, a modo de obtener información representativa de todo el sector bajo estudio.

Como resultado de este proceso, se generaron los histogramas para época normal y época de verano, que se reportan en las figuras N° 5.1-2 y N° 5.1-3, respectivamente. De esta forma, se definieron dos períodos por temporada, los que quedaron caracterizados de la siguiente forma:

- **Temporada Normal:**

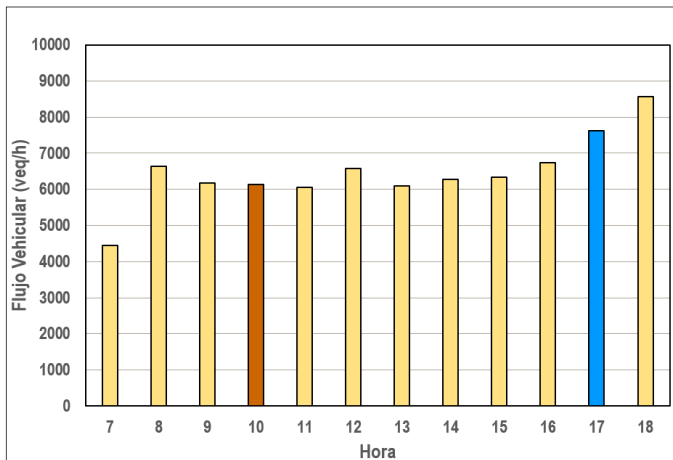
- . **Período 1:** Mañana Laboral Normal (MLN) de 10:00 a 11:00 horas
- . **Período 2:** Tarde Laboral Normal (TLN) de 17:00 a 18:00 horas

- **Temporada de Verano:**

- . **Período 1:** Mañana Laboral Verano (MLV) de 08:00 a 09:00 horas
- . **Período 2:** Tarde Laboral Verano (TLV) de 16:00 a 17:00 horas

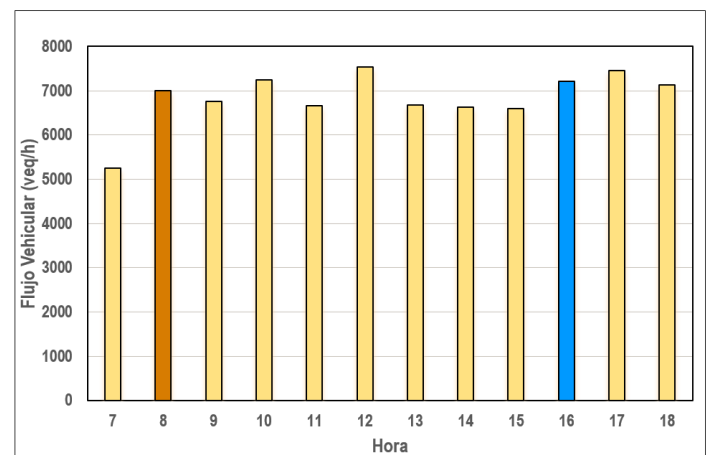
Es importante aclarar que, en la selección de los períodos, no se escogió necesariamente el valor máximo, porque cuando este valor está muy por encima del resto, la conformación de la extensión horaria queda muy descompensada. En estos casos, se prefirió escoger un segundo o tercer máximo como hora representativa.

FIGURA N° 5.1-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS
RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERIODIZACIÓN: DEFINICIÓN DE PERÍODOS, TEMPORADA NORMAL



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 5.1-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS
RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERIODIZACIÓN: DEFINICIÓN DE PERÍODOS, TEMPORADA DE VERANO



Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.1 Extensión de la Periodización

De acuerdo con los antecedentes reportados anteriormente, se efectuó la extensión de la periodización agrupando las horas con características homogéneas. De acuerdo a la metodología para estimar la extensión horaria, fue necesario calcular coeficientes de variación a partir de la definición de períodos punta.

Cabe señalar, que para efectos de modelación y simulación de alternativas, se consideró conforme a la periodización, la simulación de un período de la temporada normal, correspondiente a mañana laboral (MLN). El resto de los períodos fueron asimilados de acuerdo a los datos que se reportan en los cuadros N°5.2-1 y N° 5.2-2, donde se indican los factores de expansión anual del período mañana laboral (MLN), considerando las temporadas normal y de verano, para obtener en definitiva un flujo y/o beneficios representativos de la operación anual (8.760 horas). Cabe destacar que el factor de expansión anual que se reporta en ambos cuadros, representa tan solo el factor de expansión de una hora de operación del período mañana laboral (MLN), para obtener la demanda anual equivalente a 8.760 horas de operación. Sólo a modo ilustrativo, se reporta en la última columna la representación de horas anuales de cada período.

CUADRO N° 5.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON LA EXTENSIÓN DE LA PERIODIZACIÓN - TEMPORADA NORMAL

PERÍODO	DESCRIPCIÓN	N° HORAS (hr/día)	FACTOR ASIMILACIÓN	FACTOR DE FLUJO (hr/12 hr)	FACTOR 12 a 24	DÍAS ANUALES (días/año)	FACTOR EXPANSIÓN ANUAL (hrs/año)	REPRESENTACIÓN DE HORAS ANUALES (hrs/año)
P1	Mañana Laboral (MLN)	8	0,99	7,89	1,58	305	3.809	4.880
P2	Tarde Laboral (TLN) (*)	4	1,21	4,84	1,58	305	2.336	2.440
							6.145	7.320

(*) Período asimilado al P1-MLN
Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 5.2-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON LA EXTENSIÓN DE LA PERIODIZACIÓN - TEMPORADA VERANO

PERÍODO	DESCRIPCIÓN	N° HORAS (hr/día)	FACTOR ASIMILACIÓN	FACTOR DE FLUJO (hr/12 hr)	FACTOR 12 a 24	DÍAS ANUALES (días/año)	FACTOR EXPANSIÓN ANUAL (hrs/año)	REPRESENTACIÓN DE HORAS ANUALES (hrs/año)
P1	Mañana Laboral (MLV) (*)	6	1,12	6,69	1,58	60	636	720
P2	Tarde Laboral (TLV) (*)	6	1,15	6,90	1,58	60	655	720
							1.291	1.440

(*) Período asimilado al P1-MLN
Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.2 Definición de Estados de Tráfico para HDM-4

Para efectos de la modelación de la red en HDM-4, es necesario definir el Estado de Tráfico bajo el cual se realizarán las simulaciones. Este representa un histograma, que define distintos períodos con características particulares de volumen vehicular y niveles de congestión.

En la periodización presentada anteriormente, el objetivo estuvo orientado a determinar períodos básicos representativos de una hora, más su extensión correspondiente. Sin embargo, en el caso del HDM-4, el volumen vehicular se trabaja en términos del TMDA y es obligatorio completar las 8.760 horas al año y considerar un día de 24 horas.

Cuantitativamente, un *Estado de Tráfico*, queda definido por la distribución de frecuencias del flujo vehicular, el cual se puede especificar de dos formas:

- Determinando el HV_p que representa el flujo horario del tráfico durante el período como porción del TMDA.
- Determinando el porcentaje del TMDA que representa la distribución del TMDA por período.

Finalmente, el Estado de Tráfico definido para el estudio, se reporta en el cuadro N° 5.2-3 adjunto.

CUADRO N° 5.2-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
DEFINICIÓN DEL ESTADO DE TRÁFICO PARA EL ESTUDIO

PERÍODO	(h/año)	HVp	(%) TMDA
P1	1460	0,050	20,19
P2	2555	0,053	37,33
P3	1460	0,051	20,31
P4 (nocturno)	3285	0,025	22,17
Total	8760		100,00

Fuente: Elaboración Propia.

5.3 Construcción de Matrices Origen - Destino

Para efectos de la construcción de las matrices origen-destino a priori, que en definitiva es la información empleada como dato de entrada inicial para el proceso de calibración del modelo de asignación. Estas matrices fueron construidas para cada período simulado y para tres tipos de vehículos; **vehículos livianos, camiones simples y camiones pesados**, los que fueron tratados como modos asignables en el modelo de asignación SATURN.

Un aspecto relevante a destacar, se refiere a que la información para la construcción de las matrices a priori, proviene de las encuestas origen-destino (EOD), desarrolladas en el contexto del presente estudio.

5.4 Calibración de Modelos de Elección de Rutas

El proceso de calibración de modelos de elección de ruta, consta de dos etapas fundamentales; la modelación mediante el HDM-4 que proveerá los costos de operación según arco de la red y posteriormente la calibración del modelo de asignación SATURN.

5.4.1 Modelación Mediante HDM-4

El HDM-4 es una herramienta computacional enfocada en el desarrollo y gestión de carreteras, cuyo principal objetivo, es apoyar la toma de decisiones asociadas con las tareas de conservación y rehabilitación de los pavimentos de los caminos. En la consecución del objetivo anterior, necesariamente el modelo requiere la determinación de los **costos operacionales de los vehículos**, subproducto fundamental para objetivos relativos a evaluación económica social de proyectos viales.

Los parámetros asociados a los distintos modelos desarrollados para el HDM-4, fueron calibrados no considerando necesariamente condiciones físicas-operacionales representativas de nuestro país. Por este motivo, el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) desarrolló el estudio "Configuración y Parametrización del Modelo HDM-4 a las Condiciones de Chile" (MDS, 1997). Toda esta información está contenida en el archivo "objects.dat", el cual se utilizó para el presente estudio.

Entre los principales factores que afectan la velocidad de los vehículos, cabe mencionar los siguientes:

- Condiciones del camino (curvatura, gradiente, rugosidad, visibilidad, ancho)
- Comportamiento de los conductores
- Tipo de vehículo
- Condiciones del tráfico
- Visibilidad
- Otros (ejemplo: Condiciones climáticas, restricciones de velocidad)

Para cuantificar la velocidad de los vehículos en cierto tramo de vía, las distintas formulaciones matemáticas que se emplean en el modelo HDM-4, se basan en el trabajo de Watanatada *et al* (1987).

Dentro del conjunto de parámetros utilizados por los distintos modelos que sirven para cuantificar la velocidad en HDM-4, un grupo de ellos fueron recalibrados para aplicarlos en Chile. Esto se realizó para la flota vehicular total compuesta por los 16 tipos de vehículos y que están incluidos dentro del archivo "objects.dat" definido por el MDS.

Sin embargo, para efectos de evaluación de proyectos, tal como se mencionó en un comienzo, se utiliza un subconjunto de 5 tipos de vehículos.

En el contexto anterior, se tiene que mediante la aplicación del Modelo HDM-4, en definitiva, se obtienen consumos asociados a:

- Consumo de Combustible
- Consumo de Neumáticos
- Consumo de Repuestos
- Consumo de Lubricantes
- Modelo de Costo de Capital

A partir de los datos geométricos asociados a cada uno de los arcos de la red y en concomitancia con las recomendaciones de MIDESO, se determinaron los costos operacionales de todos los arcos que componen la situación actual.

5.4.2 Calibración del Modelo de Asignación, SATURN

a) Ámbito de la Simulación

Tomando en consideración el carácter estructural que poseen los esquemas de operación y los proyectos de mejoramiento que se espera simular, el enfoque adoptado para cuantificar el eventual impacto que producen las distintas alternativas de mejoramiento sobre la zona en estudio, hizo necesario el recurrir a un modelo de asignación como SATURN, de manera tal, que sea posible identificar cambios en la elección de rutas de los usuarios.

Para estos efectos, la codificación SATURN se complementó con la información que proporciona el modelo HDM-4, que se empleó para determinar los costos de operación de los vehículos, según arco de la red definida.

En la consecución del objetivo anterior, fue indispensable abordar en una primera etapa la reproducción (mediante el citado modelo), de la situación actual, en términos de elección de rutas por parte de los usuarios (asignación a la red), a modo de reproducir posteriormente, con la mayor certeza posible, la asignación y, en consecuencia, la operación de la red vial a que dará lugar la eventual implementación de los proyectos que se propongan. Este procedimiento, denominado calibración del modelo de asignación, es sin duda una de las etapas que consume mayor cantidad de recursos, dado lo complejo que resulta reproducir, con la fidelidad del caso, la asignación a una red vial como la que conforma el área de análisis.

b) Metodología de Calibración

La calibración del modelo de asignación SATURN está conformada por dos fases. La primera es exógena al modelo, en la cual se calibraron las frecuencias de las rutas fijas según período. En la segunda etapa, se calibró el flujo asignable y se estimaron las matrices de viaje ajustadas.

Con relación a la primera etapa de calibración, para determinar la frecuencia de los distintos servicios de transporte público que utilizan la vialidad interurbana, se realizó un ajuste basado en las rutas que siguen las líneas y las mediciones de flujos vehiculares en los distintos puntos de control definidos en la red. Con este propósito, la hipótesis básica fue que la frecuencia media horaria de cada línea puede ser estimada a partir de los conteos de flujos vehiculares.

En la segunda etapa de la calibración, se ajustaron las matrices de viajes (modos asignables). En este caso, la modalidad de empleo del modelo SATURN fue la habitual, en el sentido de ejecutar iterativamente los programas SATASS y SATSIM (en las versiones actuales están condensados en un solo programa denominado SATALL), considerándose el número de iteraciones necesario para asegurar la convergencia del proceso de asignación a la red.

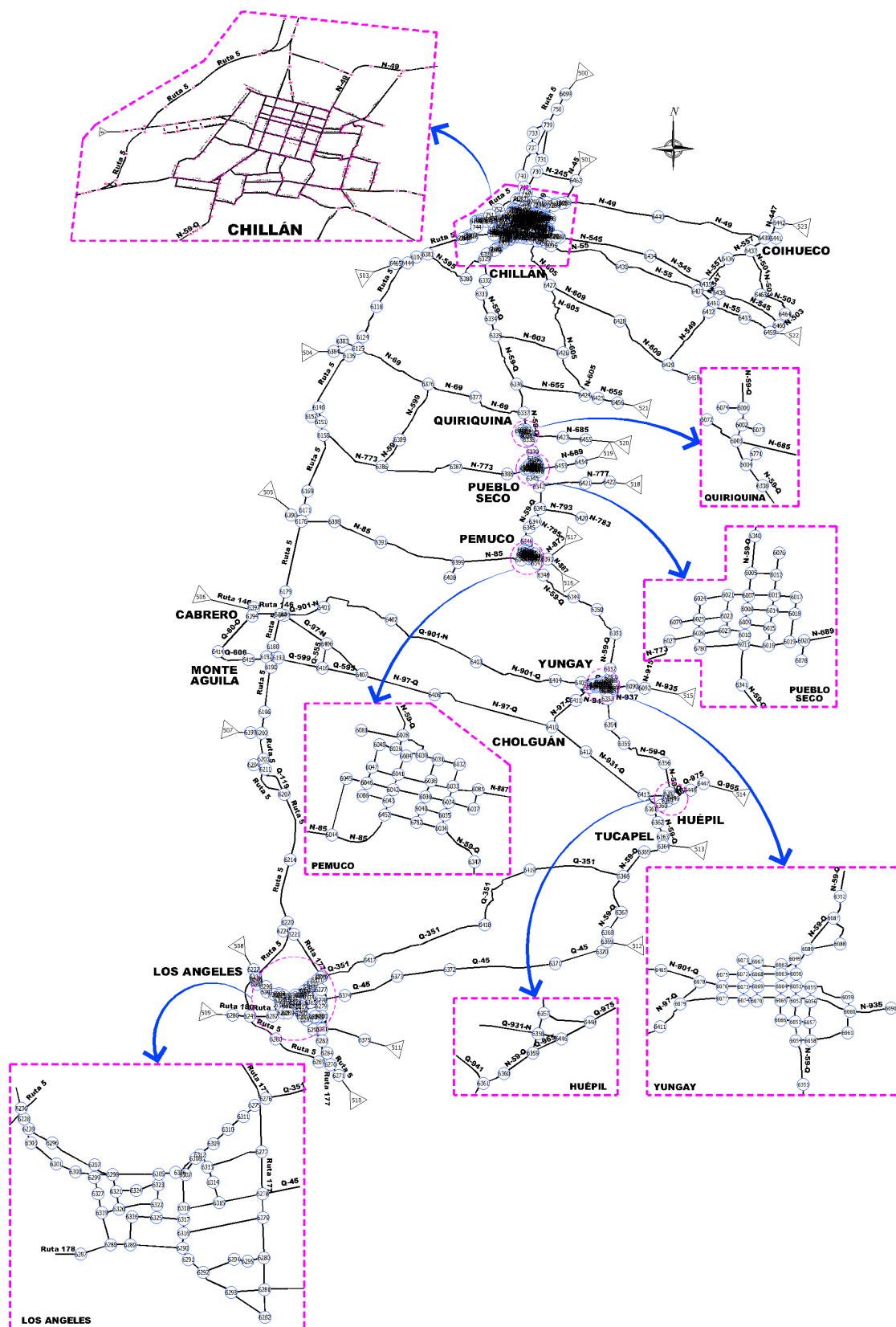
c) Construcción de la Red Vial

Esta red considera todas aquellas vías que definen las rutas alternativas para viajar entre las zonas definidas dentro del área de influencia directa, que es donde se producirían los mayores cambios en los patrones de asignación y volúmenes de tránsito.

En este contexto y dada las características interurbanas del proyecto, se evitó incorporar calles locales al interior de las ciudades (salvo las necesarias para la conectividad vial asociada al presente proyecto), ya que esa vialidad local atiende a otros mercados que no tienen relevancia para el actual proyecto.

Finalmente, bajo estas consideraciones, la red de modelación SATURN definida se presenta en la figura N° 5.4-1 adjunta.

FIGURA Nº 5.4-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RED DE MODELACIÓN SATURN



Fuente: Elaboración Propia.

El tratamiento que se le otorgó al flujo asignable, corresponde a representarlo mediante matrices de viajes origen-destino. Los modos considerados bajo esta representación, fueron los siguientes:

- Vehículos Livianos
- Camiones Simples (dos ejes)
- Camiones Pesados (más de dos ejes)

Respecto a los criterios de asignación de viajes de las matrices a la red, los vehículos livianos lo hacen buscando minimizar sus tiempos de viaje y los camiones siguen un patrón con el objetivo de minimizar sus costos de operación.

d) Resultados del Proceso de Calibración

Respecto a la calibración del flujo no asignable (frecuencias), en el cuadro N° 5.4-1 se reporta un resumen de los resultados obtenidos del proceso de calibración para tanto temporada normal y como de verano.

CUADRO N° 5.4-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN ESTADÍSTICO, CALIBRACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL, MODO: BUSES

TEMPORADA	PERÍODO	MODELO	PARÁMETROS		
			A	B	R ²
Normal	Punta Mañana Laboral	Y = A+BX	0.3014	0.9692	0.9643
Verano	Punta Tarde Laboral	Y = A+BX	0.0976	0.9679	0.9544

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez realizada la calibración de las rutas fijas, se procedió a calibrar el flujo vehicular asociado a los modos asignables; vehículos livianos, camiones simples y camiones pesados.

Con este propósito, se conformó un set de conteos de flujos vehiculares según modo y por movimiento, obtenidos de las mediciones realizadas en el contexto del presente estudio. Para los tres modos se utilizaron como matriz a priori, los datos obtenidos de las encuestas origen-destino, los que se complementaron con las matrices de viajes recopiladas para las ciudades de Chillán y Los Ángeles.

Luego, se aplicó la metodología y criterios de calibración antes descritos, obteniéndose los resultados estadísticos que se reportan en los cuadros N° 5.4-2 a N° 5.4-4.

CUADRO N° 5.4-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN ESTADÍSTICO, CALIBRACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL, VEHÍCULO LIVIANO

TEMPORADA	PERÍODO	MODELO	PARÁMETROS		INDICADOR ESTADÍSTICO	
			A	B	R ²	GEH
Normal	Punta Mañana Laboral	Y = A+BX	0.852	0.968	0.9335	2.06
		Y = BX		0.973	0.9735	
		Y = X			0.9722	
Verano	Punta Tarde Laboral	Y = A+BX	0.426	0.937	0.9162	2.95
		Y = BX		0.959	0.9153	
		Y = X			0.9116	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 5.4-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN ESTADÍSTICO. CALIBRACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL. CAMIÓN SIMPLE

TEMPORADA	PERÍODO	MODELO	PARÁMETROS		INDICADOR ESTADÍSTICO	
			A	B	R ²	GEH
Normal	Punta Mañana Laboral	Y = A+BX	-0.503	0.985	0.937	1.50
		Y = BX		0.971	0.9366	
		Y = X			0.935	
Verano	Punta Tarde Laboral	Y = A+BX	0.116	0.939	0.9404	1.18
		Y = BX			0.9404	
		Y = X			0.9358	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 5.4-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN ESTADÍSTICO. CALIBRACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL. CAMIÓN PESADO

TEMPORADA	PERÍODO	MODELO	PARÁMETROS		INDICADOR ESTADÍSTICO	
			A	B	R ²	GEH
Normal	Punta Mañana Laboral	Y = A+BX	-1.081	1.054	0.9651	2.31
		Y = BX		1.047	0.9649	
		Y = X			0.9625	
Verano	Punta Tarde Laboral	Y = A+BX	-1.246	0.961	0.9558	1.99
		Y = BX		0.956	0.9557	
		Y = X			0.9521	

Fuente: Elaboración Propia.

Por último, cabe señalar que se verificó en esta etapa la diferencia entre los tiempos de viaje medidos y simulados con el modelo SATURN. Los resultados se reportan en los cuadros N° 5.4-5 a N° 5.4-8 para ambas temporadas.

CUADRO N° 5.4-5
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
COMPARACIÓN ENTRE LOS TIEMPOS DE VIAJE MEDIDOS Y MODELADOS (SENTIDO NORTE-SUR) - TEMPORADA NORMAL

EJE	SENTIDO	TRAMO		TIEMPO (Seg.)		VARIACION (%)
		DESDE	HASTA	SIMULADO	MEDIDO	
N-59-Q	NS	G. Mistral	Nebuco	155	143	-7.92
		Nebuco	N-603	999	1121	12.20
		N-603	N-69	1037	924	-10.87
		N-69	N-685	296	314	6.09
		N-685	N-689	334	351	5.07
		N-689	N-783	289	321	11.00
		N-783	San Martín (Pemuco)	419	393	-6.26
		San Martín (Pemuco)	N-87	82	92	12.70
		N-87	Esmeralda (Yungay)	1232	1108	-10.06
		Esmeralda (Yungay)	Q-941	1349	1234	-8.50
		Q-941	Q-351	569	597	4.91

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 5.4-6
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
COMPARACIÓN ENTRE LOS TIEMPOS DE VIAJE MEDIDOS Y MODELADOS (NORTE-SUR) - TEMPOARADA NORMAL

EJE	SENTIDO	TRAMO		TIEMPO (Seg.)		VARIACIÓN (%)
		DESDE	HASTA	SIMULADO	MEDIDO	
N-59-Q	SN	Q-351	Q-941	558	624	11.84
		Q-941	Esmeralda (Yungay)	1350	1259	-6.75
		Esmeralda (Yungay)	N-87	1263	1139	-9.81
		N-87	San Martín (Pemuco)	79	87	9.59
		San Martín (Pemuco)	N-783	429	447	4.26
		N-783	N-689	293	274	-6.42
		N-689	N-685	314	322	2.68
		N-685	N-69	202	192	-4.77
		N-69	N-603	776	849	9.41
		N-603	Nebuco	741	657	-11.36
		Nebuco	G. Mistral	118	110	-7.02

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 5.4-7
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
COMPARACIÓN ENTRE LOS TIEMPOS DE VIAJE MEDIDOS Y MODELADOS (SENTIDO NORTE-SUR) – TEMPORADA VERANO

EJE	SENTIDO	TRAMO		TIEMPO (Seg.)		VARIACIÓN (%)
		DESDE	HASTA	SIMULADO	MEDIDO	
N-59-Q	NS	G. Mistral	Nebuco	116	128	10,43
		Nebuco	N-603	648	587	-9,40
		N-603	N-69	483	436	-9,69
		N-69	N-685	193	217	12,18
		N-685	N-689	303	338	11,73
		N-689	N-783	284	267	-6,13
		N-783	San Martín (Pemuco)	415	469	12,98
		San Martín (Pemuco)	N-87	85	78	-7,95
		N-87	Esmeralda (Yungay)	1246	1356	8,86
		Esmeralda (Yungay)	Q-941	1361	1498	10,08
		Q-941	Q-351	561	548	-2,31

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 5.4-8
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
COMPARACIÓN ENTRE LOS TIEMPOS DE VIAJE MEDIDOS Y MODELADOS (NORTE-SUR) – TEMPORADA VERANO

EJE	SENTIDO	TRAMO		TIEMPO (Seg.)		VARIACIÓN (%)
		DESDE	HASTA	SIMULADO	MEDIDO	
N-59-Q	SN	Q-351	Q-941	551	586	6,44
		Q-941	Esmeralda (Yungay)	1373	1529	11,33
		Esmeralda (Yungay)	N-87	1246	1358	8,98
		N-87	San Martín (Pemuco)	81	71	-12,35
		San Martín (Pemuco)	N-783	415	453	9,22
		N-783	N-689	285	279	-2,08
		N-689	N-685	302	328	8,64
		N-685	N-69	194	218	12,43
		N-69	N-603	483	547	13,29
		N-603	Nebuco	643	588	-8,50
		Nebuco	G. Mistral	114	127	11,18

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados anteriores indican que la variación en los tiempos de viajes (en términos absolutos) no superó el 15% en ambas temporadas, lo que representa un ajuste razonable entre los valores simulados y medidos.

Un elemento importante de considerar como parte de este proceso, se refiere a comparar el total de viajes resultantes entre la matriz a priori y la matriz final por tipo de vehículo. Estos resultados se presentan en el cuadro N° 5.4-9.

CUADRO N° 5.4-9
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
COMPARACIÓN ENTRE LOS VIAJES DE LAS MATRICES A PRIORI Y CALIBRADA SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA AMBAS TEMPORADAS

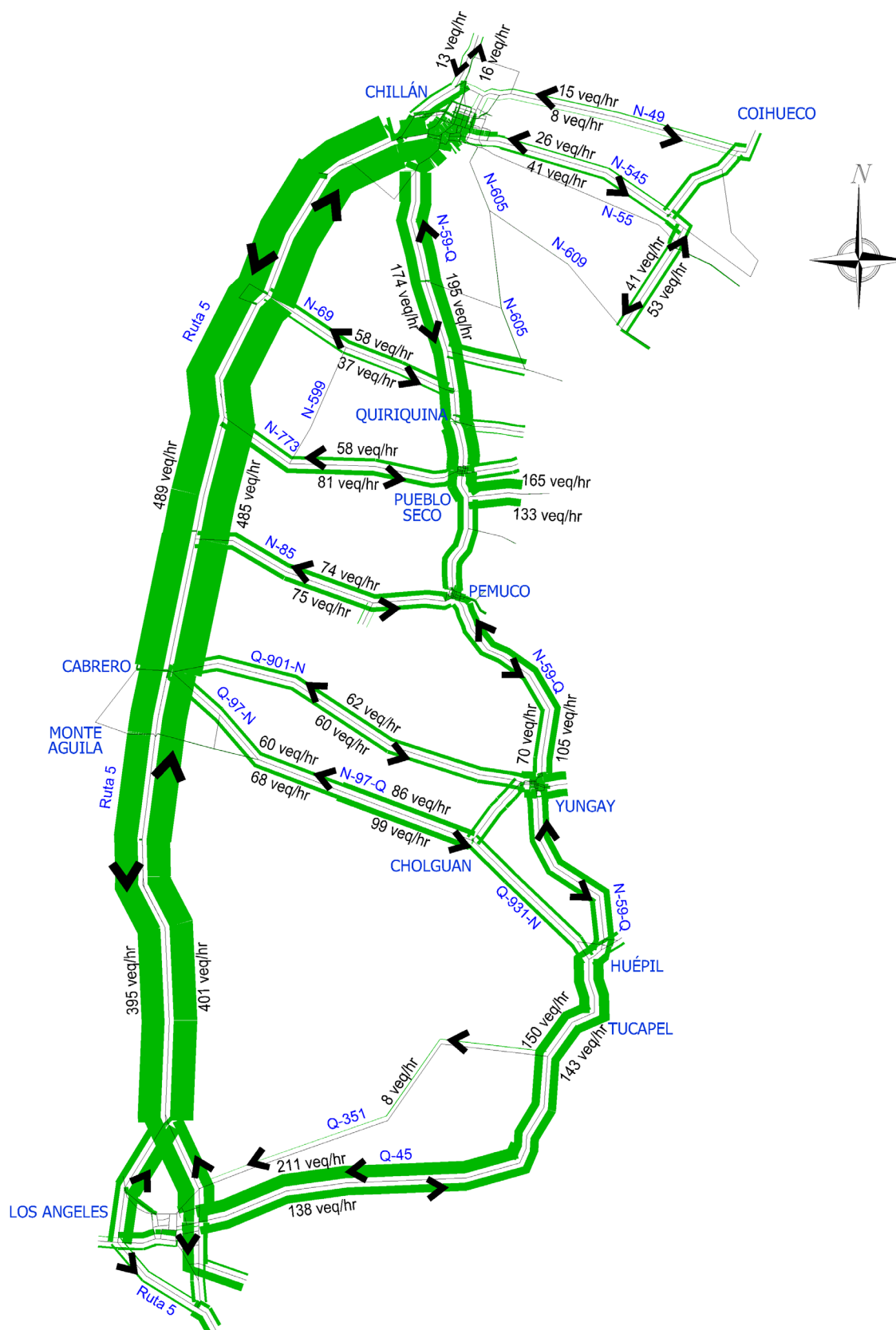
TEMPORADA	TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD DE VIAJES (viajes/h), AÑO 2021		
		MATRIZ A PRIORI	MATRIZ CALIBRADA	VARIACIÓN (%)
Normal	Vehículo Liviano	2671	2861	7.1%
	Camión Liviano	236	266	12.7%
	Camión Pesado	367	408	11.2%
Verano	Vehículo Liviano	3032	3160	0.7%
	Camión Liviano	119	120	4.1%
	Camión Pesado	129	134	4.2%

Fuente: Salida del proceso de calibración de la red.

La variación en los viajes entre las matrices iniciales y finales del proceso de calibración para ambas temporadas, obtuvo un porcentaje del orden del 15% o menos, lo cual representa una cifra razonable e indica que las matrices no tuvieron cambios significativos.

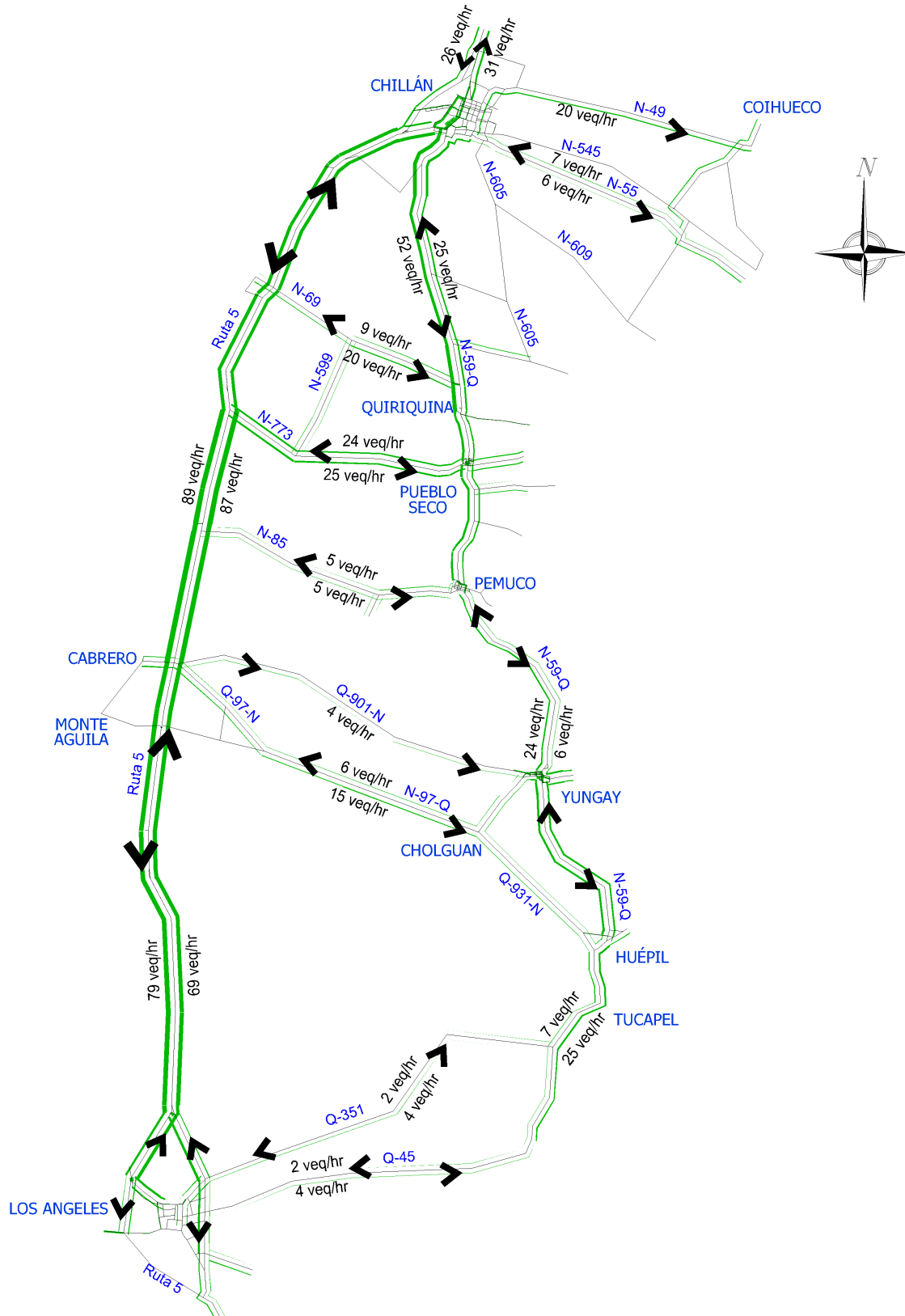
A modo ilustrativo, la asignación de viajes a nivel de red, según tipo de vehículo (modos asignables), para ambas temporadas simuladas, se presentan gráficamente en las figuras N° 5.4-2 a N° 5.4-7. Como son datos que provienen del modelo SATURN, están expresados en vehículos equivalentes por hora (veq/h).

FIGURA N° 5.4-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ASIGNACIÓN DE VIAJES A LA RED, VEHÍCULOS LIVIANOS, TEMPORADA NORMAL, PERÍODO PUNTA MAÑANA LABORAL
 (veq/h)

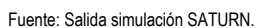


Fuente: Salida simulación SATURN.

FIGURA N° 5.4-3
 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
 ASIGNACIÓN DE VIAJES A LA RED, CAMIONES LIVIANOS, TEMPORADA NORMAL, PERÍODO PUNTA MAÑANA LABORAL
 (veq/h)



Fuente: Salida simulación SATURN.

(veq/h) 

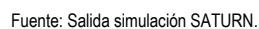
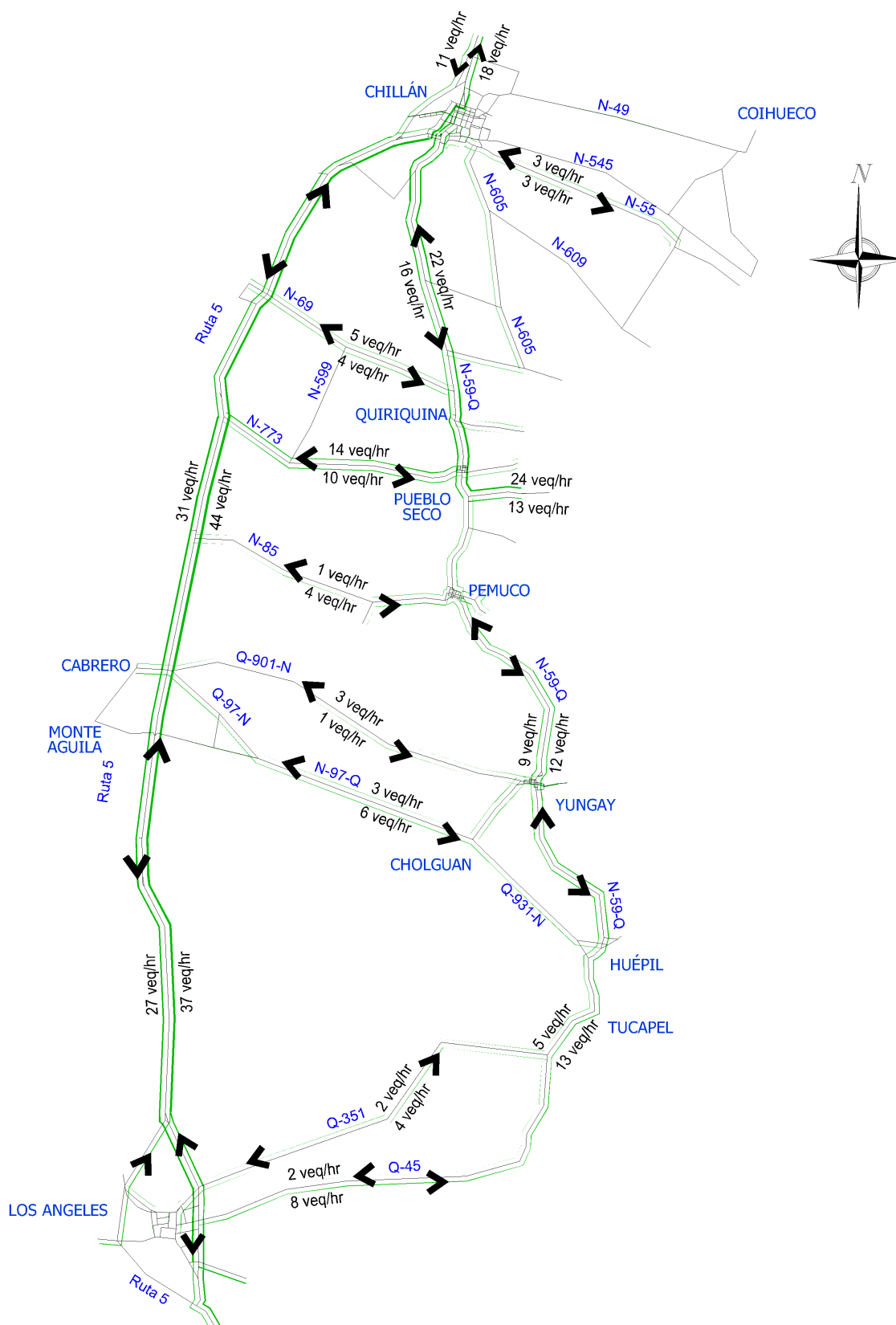
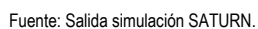
(veq/h) 

FIGURA N° 5.4-6
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ASIGNACIÓN DE VIAJES A LA RED, CAMIONES LIVIANOS, TEMPORADA VERANO, PERÍODO PUNTA TARDE LABORAL
(veq/h)



Fuente: Salida simulación SATURN.

(veq/h) 

Al analizar los resultados anteriores, se observa que los valores cumplen con las exigencias impuestas. En el caso del R^2 , esta cifra supera el umbral de 0.90 para todos los modos asignables y no asignables calibrados. Respecto al parámetro de convergencia ISTOP del modelo de asignación, también se obtuvieron valores superiores al 90% exigido, lo cual asegura que los patrones de flujo y consumos se mantienen estables.

Dado lo anterior, se puede tener cierto grado de seguridad que, al utilizar el modelo para simular y evaluar proyectos futuros, los resultados que entregue serán razonables.

6.- DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES

6.1 Generalidades

Considerando fundamentalmente la información que aportan las etapas anteriores del estudio, principalmente las conclusiones a nivel de diagnóstico, se ha procedido a proponer alternativas de solución para todos los sectores sujetos a proyecto. En este sentido, dada la extensión del estudio, se ha procedido a tramificarlo conforme a características comunes y según el sentido funcional que tiene cada sector.

Cabe destacar que en esta etapa se ha considerado la incorporación al análisis de una nueva alternativa, que se refiere al estudio de una doble calzada entre Chillán Viejo y la Variante San Ignacio (ruta N-655), Lo anterior, debido a una ampliación del contrato de consultoría, que surgió como consecuencia del estudio de demanda, en el cual se constató una alta demanda en dicho tramo y múltiples conflictos operacionales, que dejó de manifiesto las bondades potenciales de una segunda calzada.

De esta forma, se han definido los siguientes cinco sectores básicos para desarrollar el proceso de provisión de infraestructura y posterior evaluación económica:

- Sector Chillán – Quiriquina
- Sector Corredor Interior
- Sector Quiriquina – Pueblo Seco
- Sector Pemuco
- Sector Yungay

Las alternativas de solución propuestas, fueron analizadas en el contexto de cada localidad o sector, generándose distintas alternativas según los siguientes criterios fundamentales:

- Condicionantes de tipo geométrico, particularmente análisis altimétrico
- Condicionantes relativas a sectores urbanos
- Eventuales intersecciones o cruces viales
- Cauces fluviales
- Presencia de servicios
- Emplazamiento de los límites prediales
- Requerimientos levantados en reuniones con actores relevantes

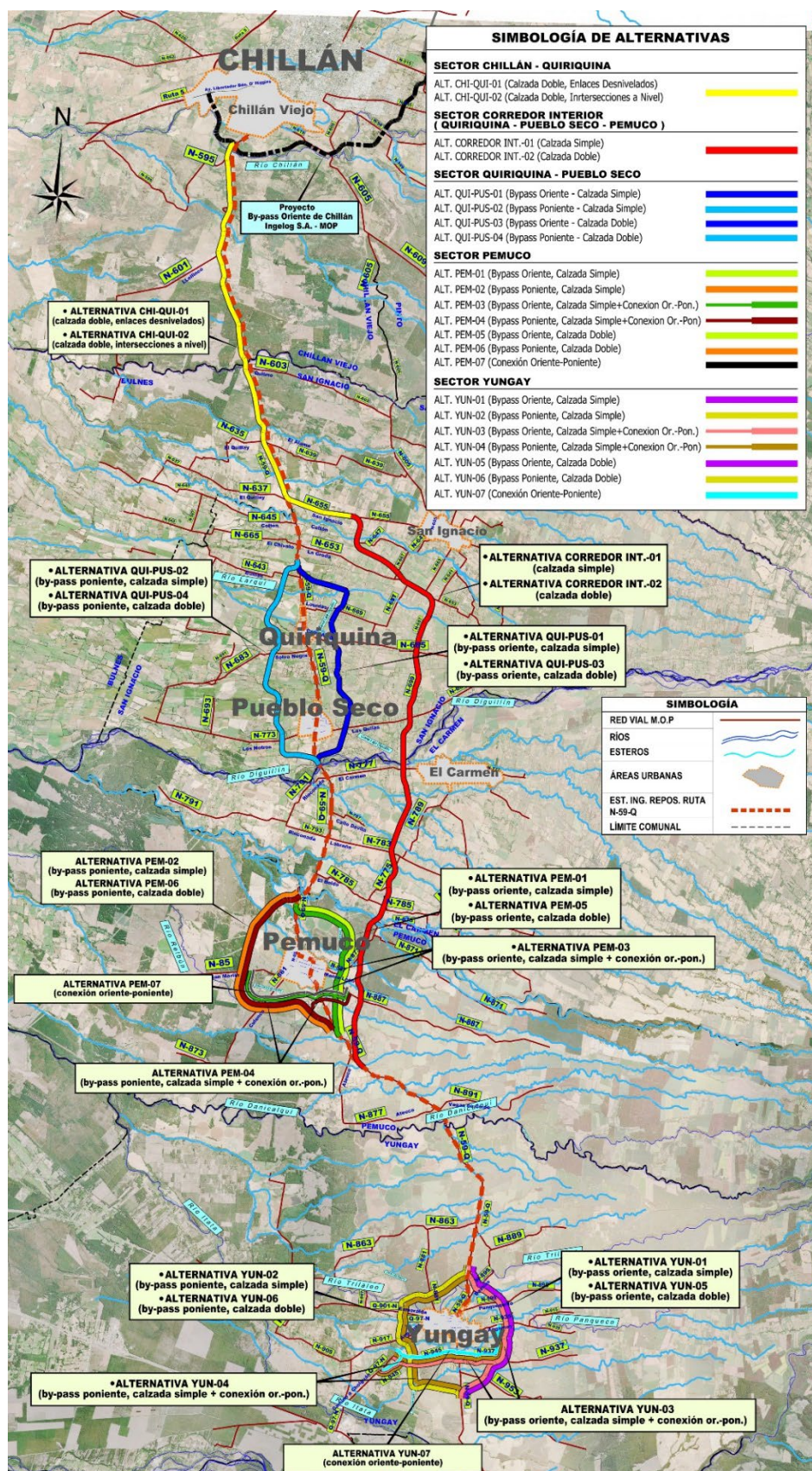
Mediante lo anterior, se generaron las distintas alternativas tipo by-pass, tanto al oriente como al poniente de cada localidad, además de la generación de dos alternativas en el tramo Chillán-Quiriquina, relativas a la ampliación a dobles calzadas.

En definitiva, se tiene un total de **veintidós alternativas** desarrolladas a nivel de anteproyecto preliminar, considerando un estándar correspondiente a la **categoría de vía colectora**, particularmente en los sectores donde se consideran nuevos trazados.

Cabe señalar que para todo el proceso de proposición de alternativas de solución, se consideró como condición de borde la solución de reposición y mejoramiento contemplada en el “Estudio de Ingeniería de Detalle, Mantenimiento y Reposición Ruta N-59-Q, entre Chillán Viejo y Yungay”, GS Ingeniería, MOP, año 2016, que se encuentra en proceso de construcción.

A modo de síntesis, en la figura N° 6.1-1 adjunta, se presentan gráficamente, considerándose un contexto territorial, todas las alternativas analizadas.

FIGURA Nº 6.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS EN SU CONTEXTO TERRITORIAL



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

6.2 Planteamiento General de Alternativas Preliminares

Tal como se indicó en los párrafos anteriores, dada la extensión del estudio se ha tramificado los sectores sujetos a proyecto, fundamentalmente bajo criterios relativos a provisión de infraestructura y de consideraciones funcionales. De esta forma, en los párrafos siguientes se procede a describir los cinco sectores sujetos a proyecto.

Cabe señalar, que los planos de diseño de las alternativas, han sido desarrollado sobre la restitución aerofotogrametría escala 1:5.000, con curvas de nivel cada 5 metros. Asimismo, se consideran planos de planta desarrollados a una escala 1:5.000, perfiles longitudinales 1:5.000 (H), 1:500 (V) y perfiles transversales escala 1:200(H/V).

6.2.1 Sector Chillán – Quiriquina

Para este sector, se han definido las siguientes dos alternativas fundamentales:

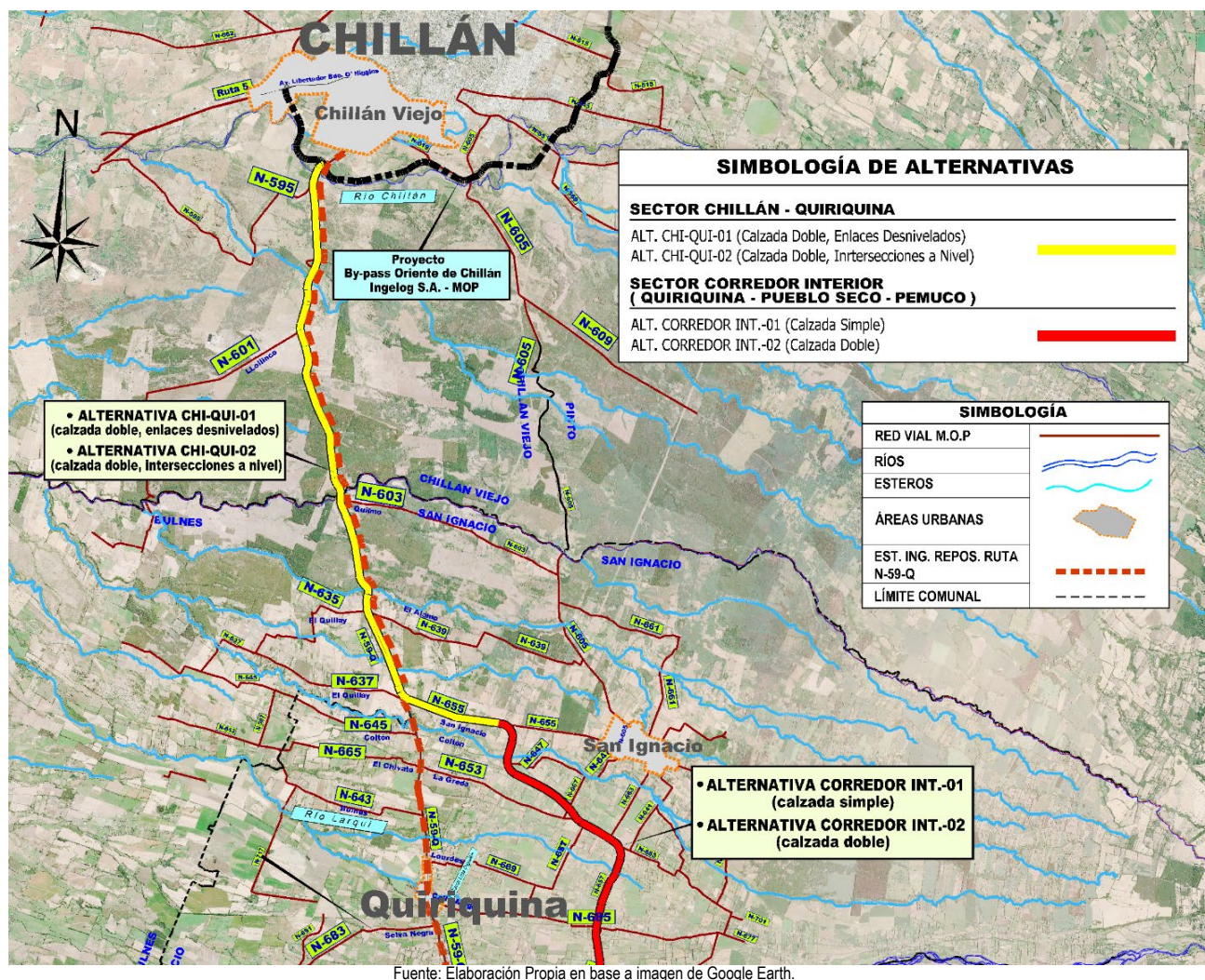
- **Alternativa CHI-QUI-01** (doble calzada, enlaces desnivelados)
- **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada, intersecciones a nivel)

Ambas alternativas corresponden a la generación de doble calzada a lo largo de la ruta N-59-Q entre el "Proyecto de By-Pass Oriente de Chillán", Ingelog S.A., MOP, 2020, que se emplaza inmediatamente al norte del río Chillán y la ruta N-655 (camino a San Ignacio). Su trazado tiene una longitud de construcción de 19.832 m y se diferencian en que la alternativa CHI-QUI-01, presenta enlaces desnivelados en los cruces de mayor importancia (todos los caminos enrolados) y por otro lado, la Alternativa CHI-QUI-02, presenta intersecciones a nivel con sistemas de retornos para todas las intersecciones.

Cabe destacar que la generación de la doble calzada se efectúa considerando como condición de borde la implementación del proyecto "Estudio de Ingeniería de Detalle, Mantenimiento y Reposición Ruta N-59-Q, entre Chillán Viejo y Yungay", GS Ingeniería, MOP, año 2016, que se encuentra en proceso de construcción. En este sentido, la segunda calzada propuesta se emplazaría en forma paralela a la calzada mejorada que considera el mencionado proyecto. Lo anterior a modo de minimizar pérdidas relacionadas con mejoras recientes. Lo anterior, obliga a considerar la misma categoría de vía que el indicado proyecto, vale decir, Camino Colector.

En la figura N° 6.2-1 adjunta, se ilustran en un contexto territorial los trazados de cada una de las alternativas propuestas, para el sector de Chillán - Quiriquina.

FIGURA N° 6.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD “CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN – LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE”
EMPLAZAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS EN SU CONTEXTO TERRITORIAL. SECTOR CHILLÁN – QUIRIQUINA



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

6.2.2 Sector Corredor Interior (Quiriquina - Pueblo Seco - Pemuco - San Ignacio - El Carmen)

Para este sector, se han definido las siguientes dos alternativas fundamentales:

- **Alternativa CORREDOR INT.-01** (corredor interior, calzada simple)
- **Alternativa CORREDOR INT.-02** (corredor interior, doble calzada)

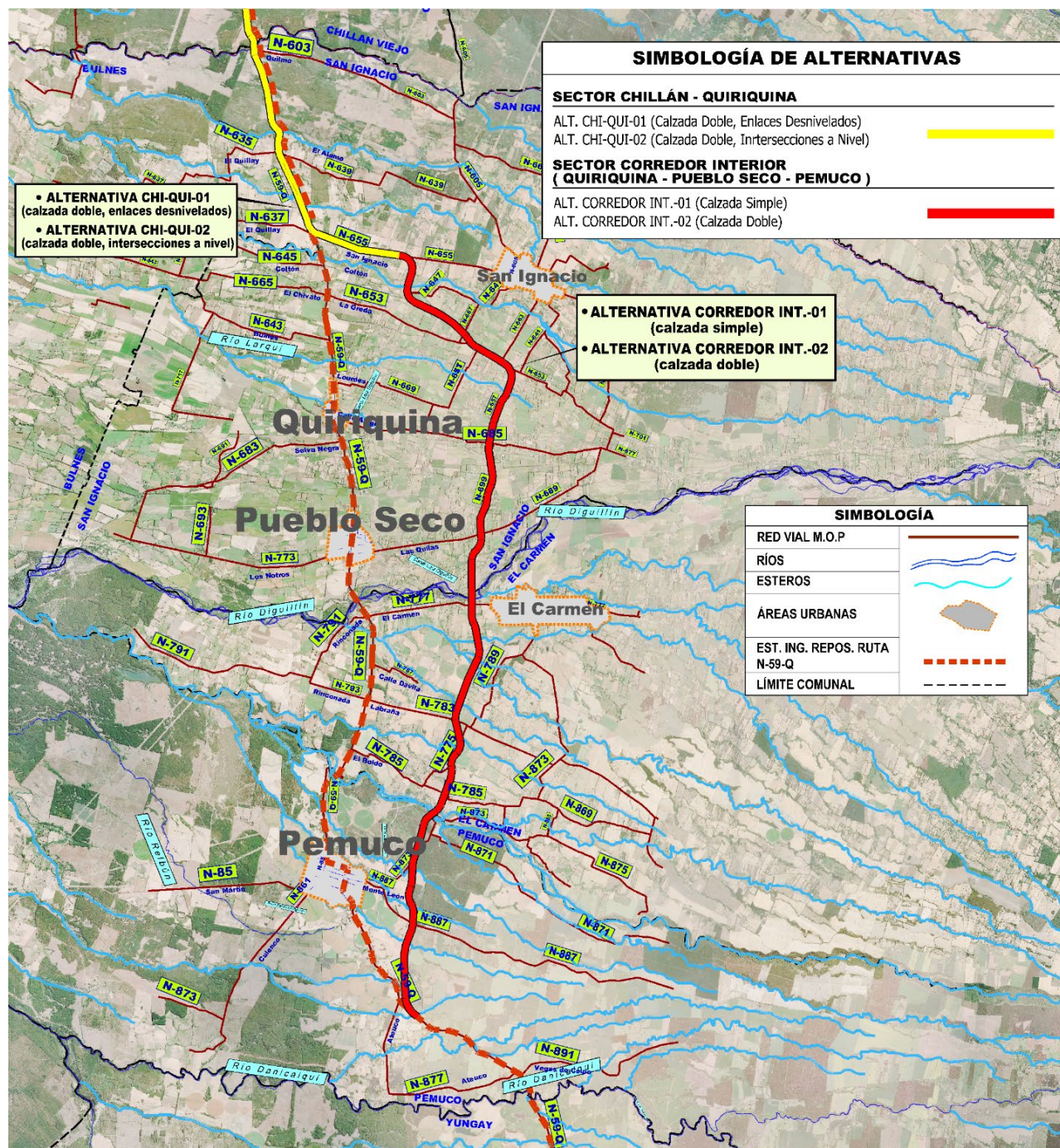
Estas alternativas, presentan una longitud de construcción de 28.035 m y se desarrollan por el lado oriente de las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco y al poniente de San Ignacio y El Carmen. En la línea conceptual, siguen el trazado considerado por la denominada “Ruta Precordillerana”, proyecto contemplado como una vía paralela al oriente de la Ruta 5, con un alcance a nivel nacional, desde Visviri a Puerto Williams.

Cabe mencionar que este proyecto está contemplado en el “Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050”, Dirección de Planeamiento, MOP, 2020.

Las alternativas se diferencian en que la ALT. CORREDOR INT.-01 presenta calzada simple y la ALT. CORREDOR INT.-02, presenta doble calzada.

En la figura N° 6.2-2 adjunta, se ilustran en un contexto territorial los trazados de cada una de las alternativas propuestas, para el sector Corredor Interior.

FIGURA N° 6.2-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS EN SU CONTEXTO TERRITORIAL, SECTOR CORREDOR INTERIOR
(QUIRIQUINA - PUEBLO SECO - PEMUCO - SAN IGNACIO - EL CARMEN)



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

6.2.3 Sector Quiriquina – Pueblo Seco

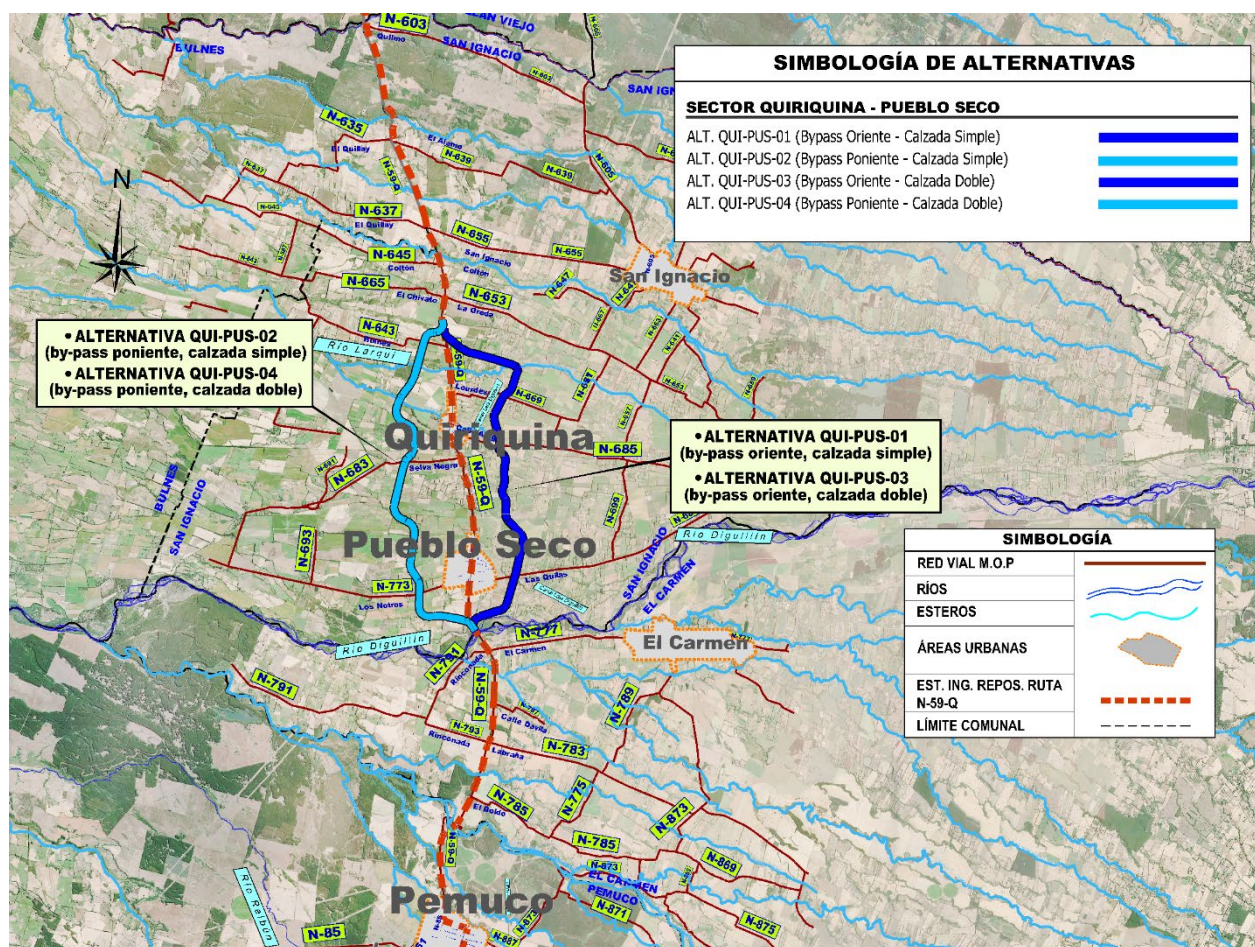
Para este sector, se han definido las siguientes cuatro alternativas fundamentales:

- **Alternativa QUI-PUS-01**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, calzada simple)
- **Alternativa QUI-PUS-02**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, calzada simple)
- **Alternativa QUI-PUS-03**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, doble calzada)
- **Alternativa QUI-PUS-04**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, doble calzada).

Estas alternativas corresponden a bypass simultáneos para las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco, tanto al oriente de la ruta N-59-Q (ALT. QUI-PUS-01, ALT. QUI-PUS-03), con calzada simple y doble respectivamente, como por el poniente (ALT. QUI-PUS-02, ALT. QUI-PUS-04), con calzada simple y doble respectivamente.

En la figura N° 6.2-3 adjunta, se ilustran en un contexto territorial los trazados de cada una de las alternativas propuestas, para el sector de Quiriquina – Pueblo Seco.

FIGURA N° 6.2-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS EN SU CONTEXTO TERRITORIAL, SECTOR QUIRIQUINA – PUEBLO SECO



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

6.2.4 Sector Pemuco

Para este sector, se han definido las siguientes siete alternativas fundamentales:

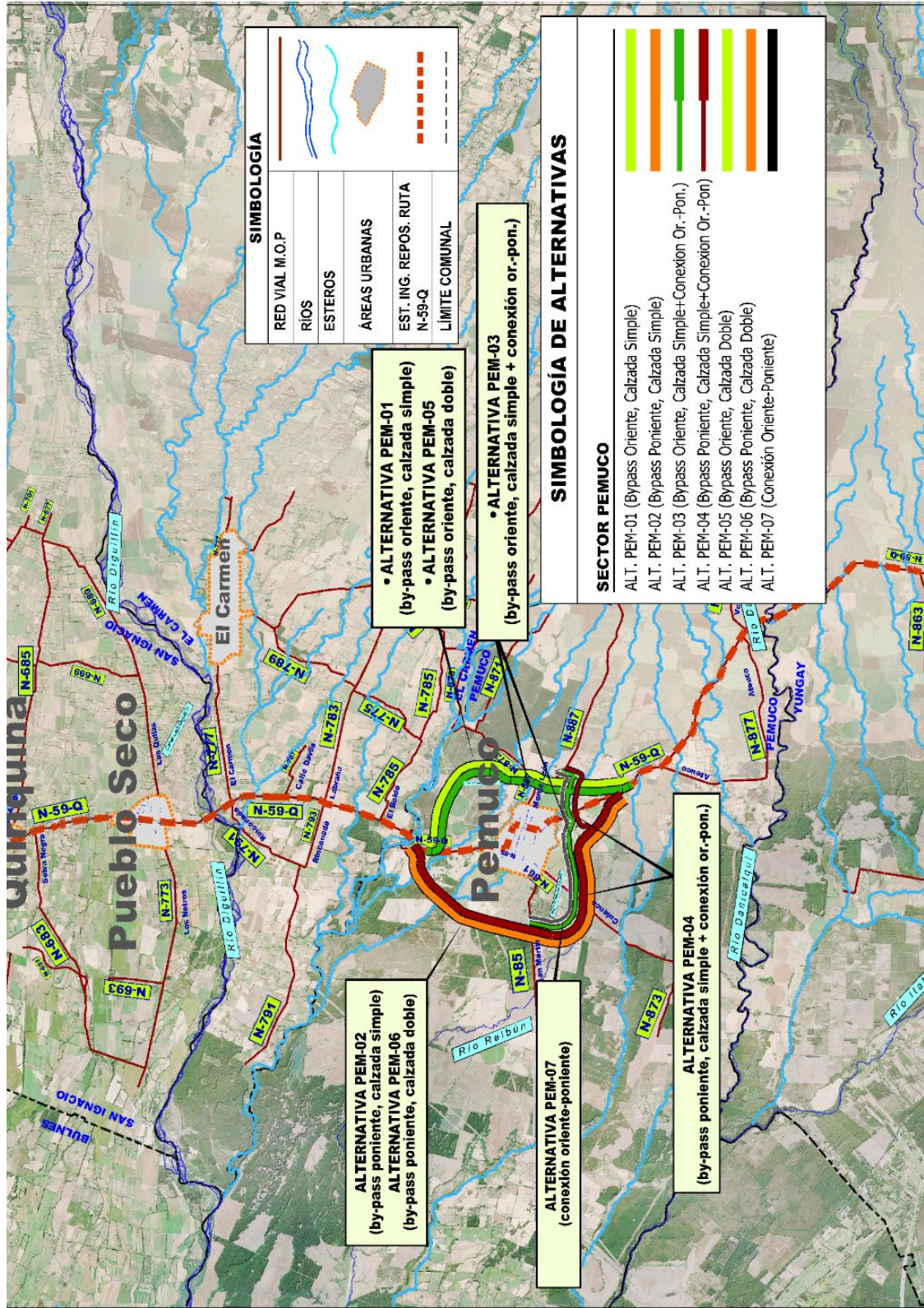
- **Alternativa PEM-01**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, calzada simple)
- **Alternativa PEM-02**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, calzada simple)
- **Alternativa PEM-03**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, calzada simple más conexión oriente-poniente)
- **Alternativa PEM-04**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, calzada simple más conexión oriente-poniente)
- **Alternativa PEM-05**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, doble calzada)
- **Alternativa PEM-06**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, doble calzada)
- **Alternativa PEM-07**
(considera una conexión para los flujos oriente-poniente, emplazada al sur de la localidad).

Estas siete alternativas, corresponden a trazados en la localidad de Pemuco, tanto por el oriente, poniente y sur de ella, considerándose calzada simple y doble. Además, se incluyen alternativas de trazado en calzada simple para una eventual conexión oriente-poniente, emplazada al sur de la localidad de Pemuco. Para las alternativas de by-pass para los flujos norte-sur en calzada simple, se considera una sensibilización agregándole la conexión oriente-poniente, que tiene como principal propósito, acoger a los flujos forestales que por la actualidad circulan por el interior de los sectores urbanos. Estas son las alternativas PEM-03 y PEM-04.

Por último, se plantea en forma independiente la conexión oriente-poniente, que correspondería a la Alternativa PEM-07.

En la figura N° 6.2-4 adjunta, se ilustran en un contexto territorial los trazados de cada una de las alternativas propuestas, para el sector de Pemuco.

FIGURA Nº 6.2.4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS EN SU CONTEXTO TERRITORIAL, SECTOR PEMUCO



Fuente: Elaboración Propia.

6.2.5 Sector Yungay

Para este sector, se han definido las siguientes siete alternativas fundamentales:

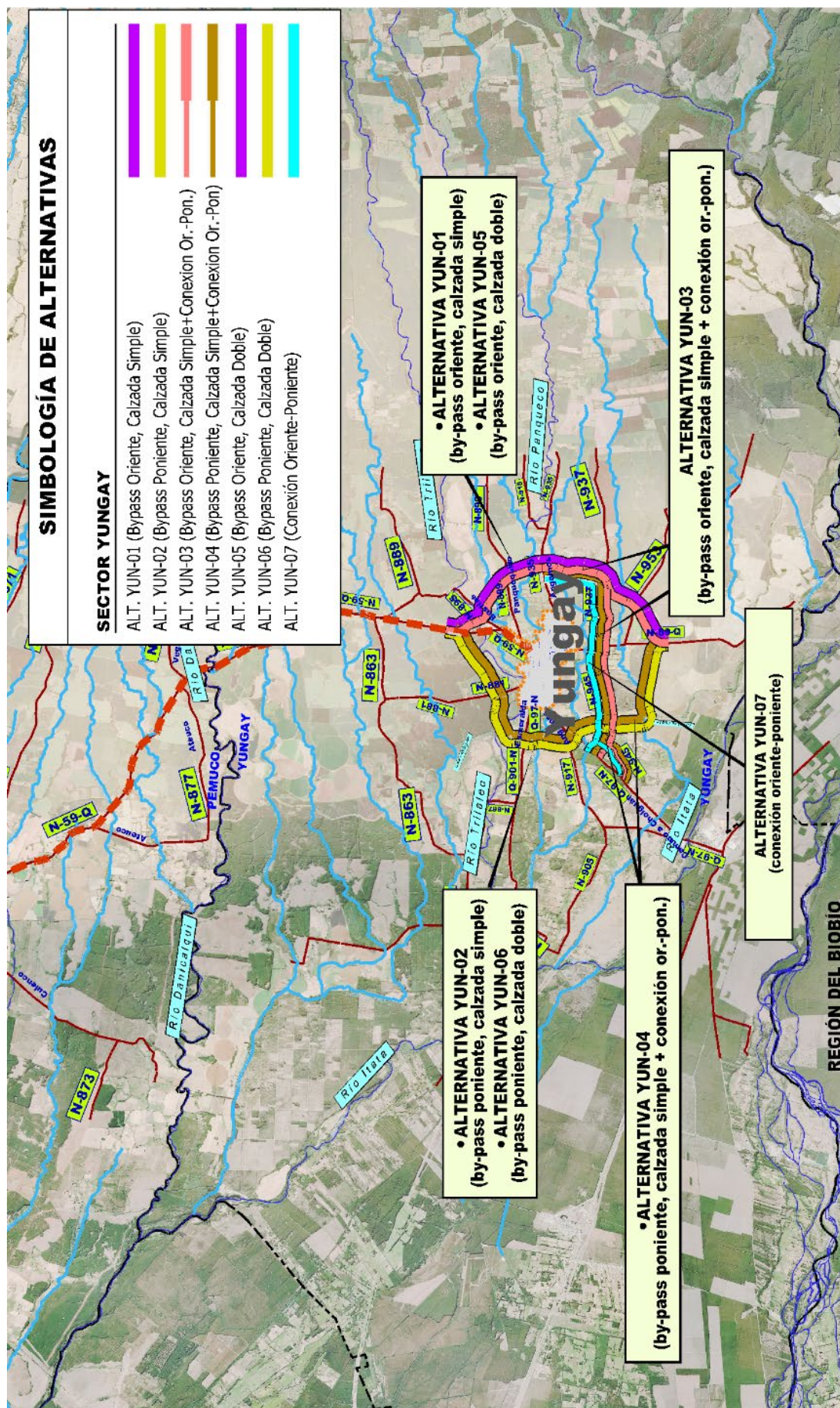
- **Alternativa YUN-01**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, calzada simple)
- **Alternativa YUN-02**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, calzada simple)
- **Alternativa YUN-03**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, calzada simple más conexión oriente-poniente)
- **Alternativa YUN-04**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, calzada simple más conexión oriente-poniente)
- **Alternativa YUN-05**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, doble calzada)
- **Alternativa YUN-06**
(by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, doble calzada)
- **Alternativa YUN-07**
(considera una conexión para los flujos oriente-poniente, emplazada al sur de la localidad).

Estas siete alternativas, corresponden a trazados en la localidad de Yungay, emplazadas tanto por el oriente, poniente y sur de la localidad, considerándose tanto calzada simple como doble. Por otra parte, cabe destacar que se considera una conexión oriente-poniente, emplazada al sur de la localidad de Yungay, que operaría según una solución tipo by-pass para evitar el paso de los vehículos de carga por el interior de los sectores urbanos de la localidad. Cabe señalar, que los vehículos de carga están compuestos mayoritariamente por camiones forestales que se dirigen a la localidad de Cholguán.

La mencionada conexión, se plantea en forma individual y complementaria a los by-pass consideradores para los flujos norte-sur, dando lugar a la Alternativa YUN-03 (by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al oriente de la ruta N-59-Q, calzada simple más conexión oriente-poniente) y la Alternativa YUN-04 (by-pass para los flujos norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, calzada simple más conexión oriente-poniente).

En la figura N° 6.2-5 adjunta, se ilustran en un contexto territorial los trazados de cada una de las alternativas propuestas, para el sector de Yungay.

FIGURA Nº 6.2-5
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS EN SU CONTEXTO TERRITORIAL, SECTOR YUNGAY



Fuente: Elaboración Propia.

6.3 Parámetros Generales de Diseño

En los siguientes puntos se presentan los parámetros generales de diseño que definen cada una de las alternativas propuestas.

- **Parámetros Geométricos de Diseño**

Para efectos de diseño, se han empleado los criterios descritos en el Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas. Las velocidades de proyecto consideran 60, 70 y 80 km /hr para todas las alternativas. En el cuadro N° 6.3-1, se presentan los parámetros geométricos considerados:

CUADRO N° 6.3-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PARÁMETROS DE DISEÑO PARA VELOCIDADES DE PROYECTO, CAMINO COLECTOR

VELOCIDAD DE PROYECTO	Vp	km/hr	60	70	80
Distancia Visibilidad de Parada (i=0%)	Dp	m	70	90	115
Distancia Visibilidad de Adelantamiento	Da	m	370	440	500
Alineaciones en Recta	Lr	m	Lr máximo = 120 Vp km/hr l Para todo V.		
Radio Mínimo en curva	Rm	m	120	180	250
Peralte Máximo	p	%	7	7	7/8
Pendiente Máxima	i	%	8	8	8-6-5
Cond. Adicionales A Clotoides	-		Por desarrollo Peralte- Por Longitud L máx <1,5 L mín.- Siempre A < R		
Curva Vertical Convexa (V=Vp)	Kv	m	1.200	1.800	3.000
Curva Vertical Cóncava (Vp)	Kc	m	1.400	1.900	2.600
Curva Vertical Cóncava (con iluminación)	Kci	m	950	1.300	1.700
Curva Vertical Convexa por adelantamiento	Ka	m	14.900	21.000	27.200
Longitud mínima de Curva Vertical	2T	m	En general 2T mín > V (km/hr); si 2T mín. Controla K mín. =V/0-Salvo casos 3.204.406		

Fuente: Manual de Carreteras - Vol. 3. - Tabla 3.201.5 a

- **Perfil Tipo**

Los perfiles tipo propuestos toman en cuenta las recomendaciones contenidas en la Tabla 3.301.1.A del Volumen 3 del Manual de Carreteras MOP, donde se considera el eje con categoría de Camino Colector con velocidad de proyecto entre 60 y 80 km/h.

Su sección transversal establece calzada bidireccional con una pista por sentido de 3,5m de ancho cada una, bermas de 1.5 para alternativas con calzada simple y berma exterior de 2,0m para calzada doble y S.A.P. entre 0,5 y 1,0 m.

Este perfil contempla una carpeta de pavimento asfáltico de rodadura de 20 años y bombeo de la calzada de 2.5%.

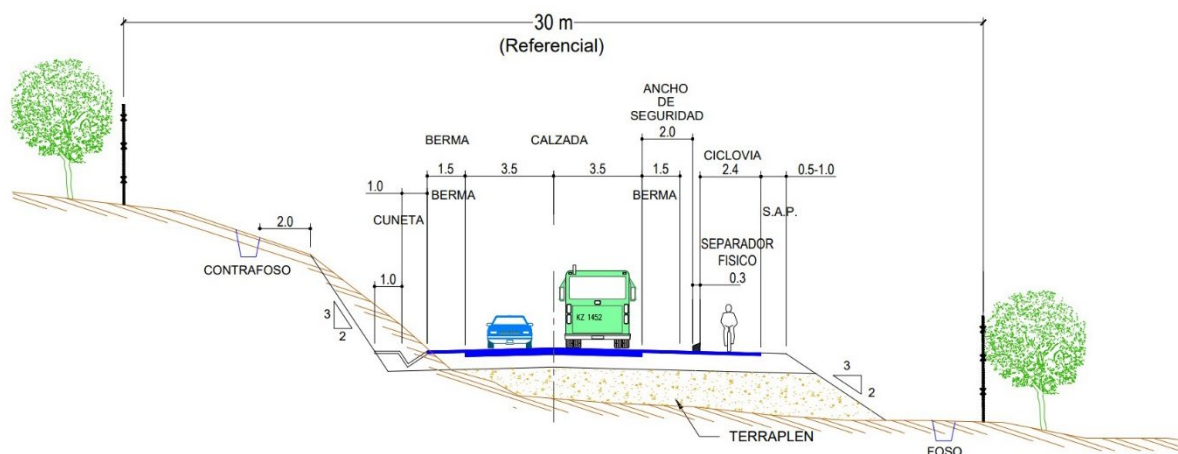
La incorporación de ciclovía bidireccional de 2,4 m de ancho requiere un ancho de seguridad de 2.0 m, además de un separador físico tipo solera montable de 30 cm de ancho.

Cabe mencionar que en los perfiles tipo se considera un ancho de faja referencial de entre 30 m y 50m, el cual es variable debido a la existencia de cortes y terraplenes.

El ancho de la faja de expropiación final fue generado de acuerdo a la ubicación a la línea de cortes y terraplenes, por lo que su ancho es variable. Asimismo, se consideran las huelgas mínimas necesarias para dar espacio a los elementos de saneamiento transversales, conforme a lo indicado en la Sección 3.307 de Manual de Carreteras y al estándar de ruta de **Camino Colector**.

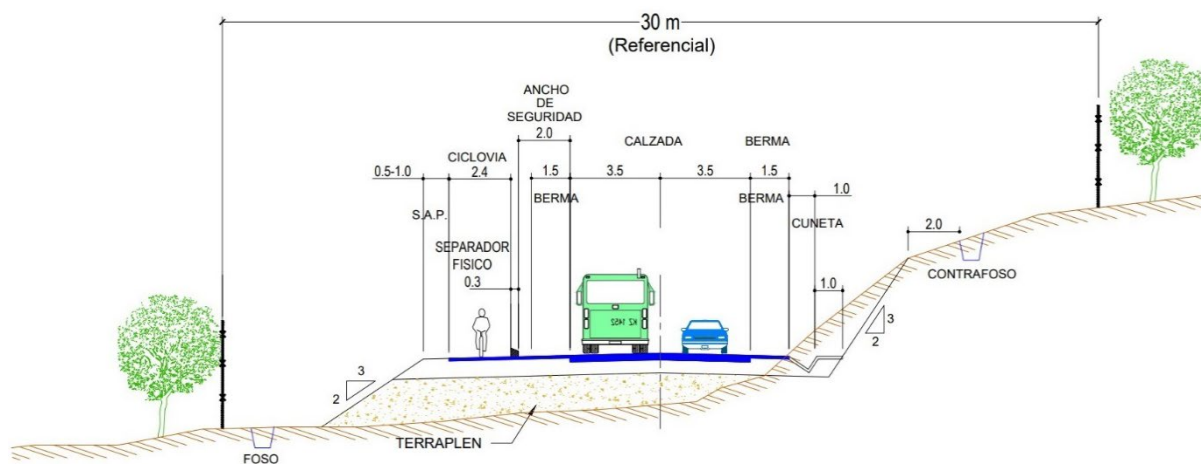
Los perfiles tipo propuestos se presentan en las figuras N° 6.3-1 a N° 6.3-4 siguientes.

FIGURA N° 6.3-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CON CICLOVÍA LADO DERECHO



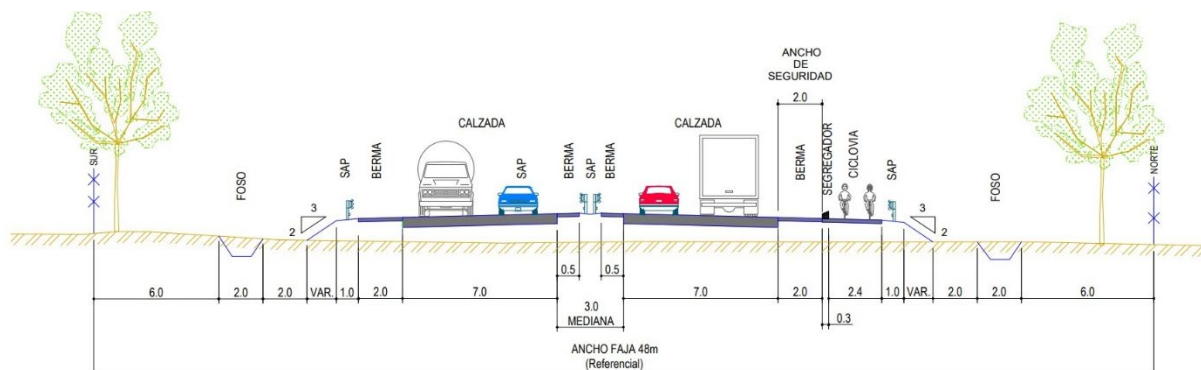
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 6.3-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CON CICLOVÍA LADO IZQUIERDO



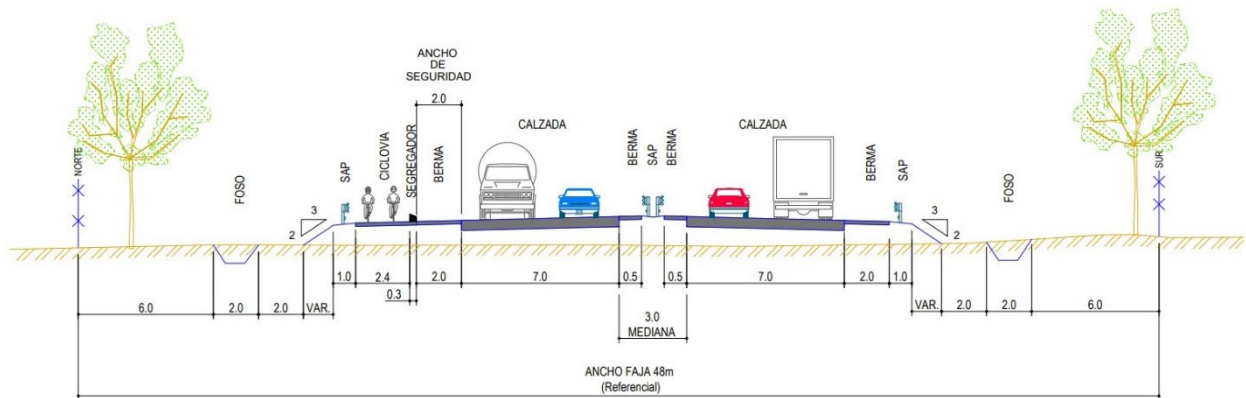
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 6.3-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CALZADA DOBLE, CON CICLOVÍA LADO DERECHO



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 6.3-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CALZADA DOBLE, CON CICLOVÍA LADO IZQUIERDO



Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro N° 6.3-2 siguiente, se indica la ubicación de las ciclovías según alternativa.

CUADRO N° 6.3-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFILES TIPO POR ALTERNATIVA Y LOCALIDAD

LOCALIDAD	ALTERNATIVA	PERFIL TIPO VÍA PRINCIPAL	PERFIL TIPO CONEXIÓN ORIENTE - PONIENTE
Chillán-Quiriquina	• CHI-QUI-01 (calzada doble, cruce a desnivel)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Izquierdo	-
Chillán-Quiriquina	• CHI-QUI-02 (calzada doble, cruces a nivel)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Izquierdo	-
Quiriquina-Pueblo Seco-Pemuco	• CORREDOR INT.-01 (calzada simple)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Izquierdo	-
Quiriquina-Pueblo Seco-Pemuco	• CORREDOR INT.-02 (calzada doble)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Derecho	-
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-01 (by-pass oriente, calzada simple)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	-
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-02 (by-pass poniente, calzada simple)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	-
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-03 (by-pass oriente, calzada doble)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Derecho	-
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-04 (by-pass poniente, calzada doble)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Derecho	-
Pemuco	• PEM-01 (by-pass oriente, calzada simple)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	-
Pemuco	• PEM-02 (by-pass poniente, calzada simple)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Izquierdo	-
Pemuco	• PEM-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Izquierdo y Derecho
Pemuco	• PEM-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Izquierdo	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Izquierdo.
Pemuco	• PEM-05 (by-pass oriente, calzada doble)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Derecho	-
Pemuco	• PEM-06 (by-pass poniente, calzada doble)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Izquierdo	-
Pemuco	• PEM-07 (conexión oriente-poniente)	-	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Izquierdo
Yungay	• YUN-01 (by-pass oriente, calzada simple)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	-
Yungay	• YUN-02 (by-pass poniente, calzada simple)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	-
Yungay	• YUN-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho
Yungay	• YUN-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho
Yungay	• YUN-05 (by-pass oriente, calzada doble)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Derecho	-
Yungay	• YUN-06 (by-pass poniente, calzada doble)	Perfil Tipo Calzada Doble, Ciclovía lado Derecho	-
Yungay	• YUN-07 (conexión oriente-poniente)	-	Perfil Tipo Calzada Simple, Ciclovía lado Derecho

Fuente: Elaboración Propia.

6.4 Estimación Preliminar de Montos de Inversión

Para el presupuesto preliminar de alternativas, se definieron grupos que conforman los montos de inversión totales. Estos corresponden a:

- Preparación del Área de Trabajo
- Movimiento de Tierras
- Capas Granulares
- Revestimientos y Pavimentos
- Estructuras
- Enlaces Desnivelados
- Saneamiento y Obras Conexas
- Control y Seguridad
- Cambio de Servicios
- Paisajismo
- Iluminación
- Desvíos de Tránsito
- Proyecto y Asesoría
- Imprevistos (10%Subtotal)

Los ítems globales expuestos precedentemente, fueron cuantificados para cada una de las alternativas preliminares desarrolladas, con los cuales se obtuvieron para cada alternativa, los montos de inversión a valores privados, sociales y residuales. La determinación de estos valores es requerida por la metodología de evaluación social de proyectos de vialidad interurbana.

Los valores privados corresponden a los costos de inversión que se obtienen a partir de los precios de mercado de los distintos ítems

Los valores sociales se derivan a partir de los precios de mercado, eliminando las transferencias internas de la sociedad (aranceles, impuestos, etc.).

Los valores residuales, corresponde al costo de oportunidad o mejor uso alternativo del remanente de las obras atingentes al proyecto al final de su vida útil económica y debe ser estimado al finalizar el horizonte de evaluación de los proyectos de vialidad.

Por otro lado, la cuantificación de los presupuestos preliminares de las alternativas, se realizó sobre la base de estudios disponibles en el sector.

Respecto a los valores de referencia de precios unitarios, se utilizó el proyecto **“Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector de Chillán-Yungay, Región del Biobío.”**

La estimación de montos de las alternativas preliminares de bypass urbanos, consideró las cantidades de obras incluidas en la Etapa de generación de Alternativas de los bypass en las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco y Pemuco, correspondientes al proyecto mencionado.

Se exceptúan de esta recopilación la partida de expropiaciones, en la cual se consideró una revisión de los valores de suelo vigentes a la fecha (dic. 2020) en los sectores de trazado de las alternativas. Por lo anterior, se obtuvieron nuevos valores de expropiaciones para cada alternativa debido a la plusvalía de los valores de suelo en los cinco años de tiempo entre estudios.

Por otra parte, una vez cuantificadas las obras involucradas, se aplicaron los precios unitarios, actualizados al **30 de diciembre de 2020**, los cuales corresponden a presupuestos de diferentes obras viales de este tipo y considerando un valor para la UF de **\$ 29.070,33**.

El valor social de cada alternativa de solución se determinó a partir del precio privado, considerando para este efecto una desagregación en componentes básicas para la evaluación social de proyectos, a saber:

- Mano de Obra no Calificada (MONC)
- Mano de Obra Semicalificada (MOSC)
- Mano de Obra Calificada (MOC)
- Componente Nacional (MNAC)
- Componente Extranjera (MEXT)
- Impuestos (IMPTO)

Para la desagregación de los precios privados de cada ítem (actividad o partida) se utilizaron los factores de desglose recomendados en el Cuadro N°1.505.701(A) del Volumen 1 del Manual de Carreteras.

La estimación de los precios sociales se realizó considerando el documento Precios Sociales Vigentes 2020, publicado por el Departamento de Metodologías – División de Evaluación Social de Inversiones, del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), cuyo vector de precios se informa en el cuadro N° 6.4-1 siguiente.

CUADRO N° 6.4-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTORES DEL VECTOR DE PRECIOS SOCIALES VIGENTE, 2020

PARÁMETRO	FACTORES DE PRECIOS SOCIALES	OBSERVACIONES
Mano de Obra no Calificada (MONC)	0,62	Factores Corrección Precio Social Mano de Obra
Mano de Obra Semi Calificada (MOSC)	0,68	Factores Corrección Precio Social Mano de Obra
Mano de Obra Calificada (MOC)	0,98	Factores Corrección Precio Social Mano de Obra
Componente Nacional (MNAC)	1,00	
Componente Extranjera (MEXT)	1,00383	Factores Corrección Precio Social Divisa
Impuesto (IMPTO)	0	

Fuente: Documento Precios Sociales Vigentes 2020, del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF).

De esta forma, el valor social propiamente tal se considera como:

$$P.S. = 0.62*MONC+0.68*MOSC+0.92*MOC+1*MNAC+1.00425*MEXT$$

Por su parte, se considera como valor residual aquella parte de la inversión que no debe volver a efectuarse para materializar un proyecto similar o para destinar dicho proyecto a otro uso alternativo. El valor residual es el producto entre el valor social de una partida y el factor residual de esta, factor que considera el tiempo de durabilidad de una obra o trabajo más allá del horizonte de evaluación del estudio y se puede expresar de la siguiente forma.

$$Vr = \sum_{i=1}^n Fr_i * VS_i$$

Donde:

Vr : Valor Residual

Fr_i : Factor Residual de la partida i

VS_i : Valor Social de la partida i

En esa línea, en este estudio se consideraron los factores residuales que se indican en el cuadro N° 6.4-2 siguiente.

CUADRO N° 6.4-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTORES RESIDUALES CONSIDERADOS

PARTIDA	FACTOR RESIDUAL
Movimiento de Tierras	0,80
Capas Granulares	0,80
Revestimientos y Pavimentos	0,40
Estructuras y Obras Conexas	0,80
Drenaje y Protección de la Plataforma	0,40
Cambios de Servicios	0,80
Expropiaciones	1,00

Fuente: Elaboración Propia.

En los cuadros N° 6.4-3 a N° 6.4-5, se resume la estimación de los montos de inversión de los anteproyectos preliminares, correspondiente a un total de veinte alternativas de solución.

CUADRO N° 6.4-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DE MONTOS DE INVERSIÓN PRELIMINARES, SECTOR CHILLÁN-QUIRIQUINA, CORREDOR INTERIOR Y
SOLUCIONES TIPO BY-PASS A LOCALIDADES DE QUIRIQUINA, PUEBLO SECO, SAN IGNACIO Y EL CARMEN
(millones de pesos a diciembre de 2020)

DESIGNACIÓN	ALTERNATIVAS, SECTOR CHILLÁN VIEJO-QUIRIQUINA-SAN IGNACIO, RUTA N-59-Q Y N-655		ALTERNATIVAS, CORREDOR INTERIOR, (localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco, San Ignacio y El Carmen)		ALTERNATIVAS, TIPO BY-PASS A LOCALIDADES DE QUIRIQUINA Y PUEBLO SECO			
	CHI-QUI-01 (calzada doble, enlaces desnivelados)	CHI-QUI-02 (calzada doble, enlaces a nivel)	CORREDOR INT.-01 (calzada simple)	CORREDOR INT.-02 (calzada doble)	QUI-PUS-01 (by-pass oriente, calzada simple)	QUI-PUS-02 (by-pass poniente, calzada simple)	QUI-PUS-03 (by-pass oriente, calzada doble)	QUI-PUS-04 (by-pass poniente, calzada doble)
Preparación del Área de Trabajo	441	576	102	134	41	38	54	54
Movimiento de Tierras	2.874	3.342	8.460	11.486	1.741	4.324	2.924	6.765
Capas Granulares	2.183	3.187	2.019	3.836	748	756	1.418	1.435
Revestimientos y Pavimentos	6.240	8.969	7.348	13.606	3.245	2.837	5.464	5.530
Estructuras	11.149	11.149	19.889	35.858	1.407	757	2.537	1.365
Enlaces Desnivelados*	46.930	0	0	0	0	0	0	0
Saneamiento y Obras Conexas	4.630	6.049	7.143	9.524	3.087	2.673	3.522	3.564
Control y Seguridad	3.137	4.099	4.610	6.454	1.878	1.725	2.642	2.674
Cambio de Servicios	82	107	109	153	57	57	62	63
Paisajismo	321	419	471	659	192	176	62	273
Iluminación	1.438	1.879	2.113	2.959	861	791	1.211	1.226
Desvíos de Tránsito	1.494	681	822	1.388	208	176	313	292
Proyecto y Asesoría	4.046	2.023	2.654	4.303	673	716	1.010	1.162
Imprevistos (10% Subtotal)	8.670	4.708	5.695	9.260	1.465	1.523	2.230	2.497
Subtotal	93.636	47.189	61.436	99.618	15.602	16.549	23.450	26.902
IVA (19%)	17.791	8.966	11.673	18.927	2.964	3.144	4.455	5.111
Expropiaciones	5.778	6.620	3.868	6.543	1.183	918	2.090	1.724
Total Privado sin IVA (MM\$)	99.414	53.809	65.305	106.161	16.785	17.467	25.539	28.626
Total Privado con IVA (MM\$)	117.205	62.774	76.978	125.089	19.749	20.611	29.995	33.737
Total Social (MM\$)	86.938	48.257	58.599	95.552	14.696	14.926	22.291	24.447
Valor Residual (MM\$)	75.854	39.213	49.120	83.998	12.299	11.539	18.070	19.813
Longitud de la Alternativa (Km)	19,94	19,94	31,40	31,40	11,63	11,75	11,61	11,75
Millones de Pesos por Kilómetro	5.877	3.148	2.452	3.984	1.698	1.754	2.584	2.871

(*) = Incluye Todas las Partidas L=1,17 km (c/u)

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 6.4-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DE MONTOS DE INVERSIÓN PRELIMINARES, LOCALIDAD DE PEMUCO
(millones de pesos a diciembre de 2020)

DESIGNACIÓN	ALTERNATIVAS, LOCALIDAD DE PEMUCO						
	PEM-01 (by-pass oriente, calzada simple)	PEM-02 (by-pass poniente, calzada simple)	PEM-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	PEM-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	PEM-05 (by-pass oriente, calzada doble)	PEM-06 (by-pass poniente, calzada doble)	PEM-07 (conexión or.-pon.)
Preparación del Área de Trabajo	25	34	46	42	33	44	8
Movimiento de Tierras	2.169	2.286	3.342	2.687	2.312	2.478	401
Capas Granulares	496	667	917	824	943	1.267	157
Revestimientos y Pavimentos	1.864	2.504	3.442	5.904	3.476	4.668	3.400
Estructuras	1.995	2.101	2.701	2.808	3.597	3.788	706
Enlaces Desnivelados*	0	0	0	0	0	0	0
Saneamiento y Obras Conexas	1.756	2.359	3.243	2.915	2.342	3.145	556
Control y Seguridad	1.134	1.523	2.093	1.881	1.757	2.360	359
Cambio de Servicios	27	36	49	44	42	56	8
Paisajismo	116	156	214	192	180	241	37
Iluminación	520	698	959	862	805	1.082	164
Desvíos de Tránsito	145	184	324	363	486	611	179
Proyecto y Asesoría	512	627	831	891	799	987	263
Imprevistos (10% Subtotal)	1.066	1.312	1.704	1.839	1.648	2.043	527
Subtotal	11.825	14.486	19.866	21.251	18.418	22.771	6.765
IVA (19%)	2.247	2.752	3.774	4.038	3.499	4.326	1.285
Expropiaciones	411	576	951	870	508	687	294
Total Privado sin IVA (MM\$)	12.237	15.062	20.816	22.121	18.926	23.458	7.059
Total Privado con IVA (MM\$)	14.483	17.814	24.591	26.159	22.426	27.785	8.345
Total Social (MM\$)	10.715	13.106	19.446	20.818	16.601	20.437	7.712
Valor Residual (MM\$)	8.956	11.205	16.035	17.351	14.287	17.617	6.146
Longitud de la Alternativa (Km)	7,72	10,37	14,25	12,81	7,72	10,37	2,44
Millones de Pesos por Kilómetro	1.876	1.718	1.725	2.042	2.905	2.680	3.417

(*) = Incluye Todas las Partidas L=1,17km (c/u)

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 6.4-5
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DE MONTOS DE INVERSIÓN PRELIMINARES, LOCALIDAD DE YUNGAY
(millones de pesos a diciembre de 2020)

DESIGNACIÓN	ALTERNATIVAS, LOCALIDAD DE YUNGAY						
	YUN-01 (by-pass oriente, calzada simple)	YUN-02 (by-pass poniente, calzada simple)	YUN-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	YUN-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	YUN-05 (by-pass oriente, calzada doble)	YUN-06 (by-pass poniente, calzada doble)	YUN-07 (conexión or.-pon.)
Preparación del Área de Trabajo	25	33	41	55	33	43	16
Movimiento de Tierras	1.870	2.649	2.273	3.452	2.368	4.261	404
Capas Granulares	501	647	810	1.079	944	1.228	309
Revestimientos y Pavimentos	1.882	2.428	3.041	4.050	3.480	4.527	1.159
Estructuras	2.828	3.398	3.320	3.890	5.099	6.127	492
Enlaces Desnivelados*	0	0	0	0	0	0	0
Saneamiento y Obras Conexas	1.773	2.288	2.865	3.978	2.345	3.050	1.092
Control y Seguridad	1.144	1.476	1.849	2.568	1.589	2.067	705
Cambio de Servicios	27	35	44	61	38	49	17
Paisajismo	117	151	189	262	162	211	72
Iluminación	525	677	848	1.177	728	948	323
Desvíos de Tránsito	140	176	243	335	238	300	103
Proyecto y Asesoría	542	698	752	1.033	851	1.141	210
Imprevistos (10% Subtotal)	1.332	1.486	1.752	2.156	2.022	2.406	420
Subtotal	12.706	16.142	18.027	24.338	19.899	26.357	5.321
IVA (19%)	2.414	3.067	3.425	4.624	3.781	5.008	1.011
Expropiaciones	2.489	907	6.302	6.910	3.200	1.248	3.813
Total Privado sin IVA (MM\$)	15.195	17.049	24.328	31.247	23.098	27.605	9.133
Total Privado con IVA (MM\$)	17.609	20.116	27.753	35.872	26.879	32.613	10.144
Total Social (MM\$)	13.691	14.998	20.665	26.283	20.762	24.242	6.973
Valor Residual (MM\$)	11.669	12.528	17.515	18.425	17.119	20.961	5.846
Longitud de la Alternativa (Km)	7,79	10,06	12,59	16,77	7,73	10,06	6,72
Millones de Pesos por Kilómetro	2.259	2.000	2.204	2.139	3.477	3.243	1.510

(*) = Incluye Todas las Partidas L=1,17km (c/u)

Fuente: Elaboración Propia.

6.5 Definición de la Situación Base

La **situación base** corresponde a la **situación actual mejorada**, considerándose un proceso de optimización operacional para cada uno de los distintos cortes temporales que se definan. Este proceso, considera fundamentalmente mejoras operacionales y rediseños menores cuando corresponda.

De esta forma, una primera etapa para efectos de formulación de la situación base, corresponderá al proceso de **proyección de la demanda vehicular**, considerando cada uno de los distintos cortes temporales. Asimismo, paralelamente, se deberá de proceder a la **identificación de la infraestructura que estará disponible para los usuarios, en cada uno de los cortes temporales definidos**, vale decir, a la identificación de los proyectos que se encontrarán materializados a la fecha de cada uno de ellos.

Por último, se propone simular las distintas alternativas en dos cortes temporales. El primero, correspondiente al **primer año de operación**, que quedaría definido como el **año 2026** y el segundo corte, que correspondería al **décimo año de operación** de los proyectos, quedando definido como al **año 2035**.

Las tareas anteriores claramente pasan por la definición de lo que se denomina el **Escenario Vial**, que considera en lo sustancial los proyectos y/o medidas de gestión que se encontrarán implementados en los distintos cortes temporales futuros.

En definitiva, para efectos de la definición del Escenario Vial a considerar, se tendrán en cuenta los siguientes proyectos en vías de materialización:

a) Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q; Sector Chillán – Yungay, Región del Biobío

Este proyecto considera el mejoramiento de la Ruta N-59-Q, en un tramo comprendido entre el límite urbano sur de la comuna de Chillán Viejo, extendiéndose hacia el sur hasta llegar al sector urbano de la localidad de Yungay. Lo anterior, en un contexto de reposición y mantención de la ruta, *no considerándose eventuales aumentos de capacidad* y/o variantes de la ruta, particularmente tipo by-pass.

Su objetivo es la homogenización de las características físico-operacionales de la ruta, considerando aspectos como el trazado geométrico (planta y alzado), regularización del ancho de la calzada (calzada, bermas y SAP) y reemplazo o conservación de los puentes existentes.

El perfil tipo propuesto considera pistas de 3.5 m, bermas de 1.5 m, y ciclovía, que en algunos tramos, se emplaza levemente alejada de la plataforma y en otros (la mayor parte), se emplaza formando parte de la plataforma vial. Como pavimento se consideró una solución en base a mezclas asfálticas tradicionales.

En resumen, el mejoramiento propuesto para la ruta N-59-Q incluye los siguientes aspectos:

- Mejoramiento geométrico y verificación del trazado en toda la ruta.
- Ensanchamiento del perfil tipo actual, a aquel indicado por la normativa.
- Mejoramiento del sistema de seguridad vial en todo el camino.
- Mejoramiento del sistema de saneamiento y drenaje de toda la ruta.
- Reposición de 15 puentes, y reemplazo de dos por obras de arte mayor.
- Solución a las distintas pasadas urbanas, ya sea con la implementación de equipamiento vial urbano como también por la implementación de medidas de seguridad vial.
- Proyecto de cruces con ramales y pistas de viraje a la izquierda, en los cruces con San Ignacio, Bulnes y El Carmen.

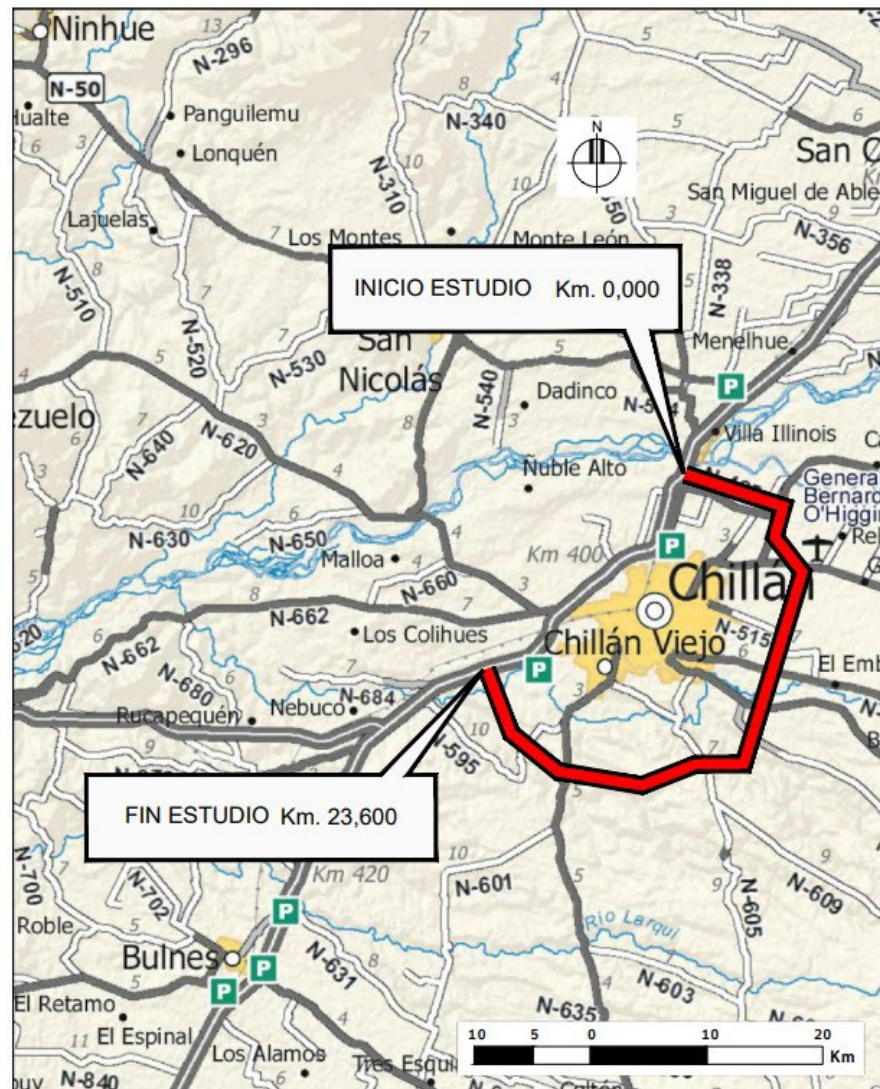
b) Circunvalación Oriente de la Ciudad de Chillán

Uno de los mejoramientos a nivel estratégico más relevantes para las comunas de Chillán Viejo y Chillán, se refiere a la implementación de una circunvalación interurbana en los sectores al oriente de ambas localidades. El proyecto a nivel de ingeniería de detalles, se encuentra desarrollado y se denomina "Estudio de Ingeniería Habilitación Circunvalación Oriente de Chillán, Región de Ñuble (Tramo A, B y C)", Ingelog Consultores, MOP, Agosto 2021.

Sin duda que se constituye en una condición de borde importante para el presente estudio, dado que aumenta la conectividad de la Ruta N-59-Q a todos los sectores periféricos de Chillán y Chillán Viejo. En la figura N° 6.5-1 adjunta, se presenta el emplazamiento del proyecto en cuestión, a nivel de su contexto territorial.

FIGURA N° 6.5-1

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
CONTEXTO TERRITORIAL DEL EMPLAZAMIENTO DE LA CIRCUNVALACIÓN ORIENTE DE LA CIUDAD DE CHILLÁN



Fuente: Elaboración propia en base a carta caminera del MOP.

c) Corredor Interior o Ruta Pre-Cordillerana, Región de Ñuble

Si bien este proyecto obedece a una iniciativa de carácter estratégico que **no cuenta con fecha de implementación** y por tanto no se puede incorporar al escenario vial, se cree conveniente al menos tenerlo en consideración y efectuar una pequeña caracterización del mismo.

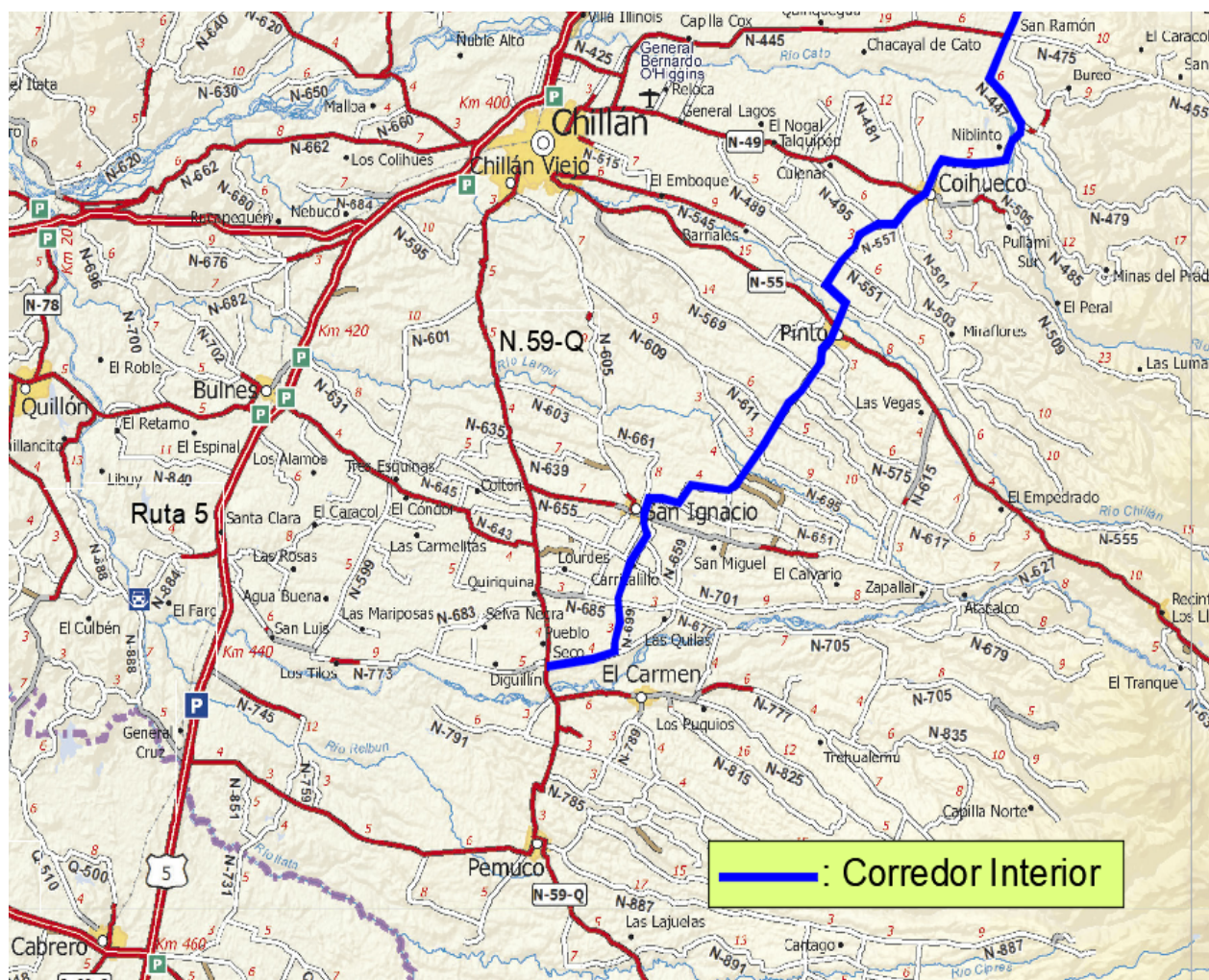
El proyecto en cuestión está considerado en el "Plan de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050, Macrozona Sur", Dirección de Planeamiento, MOP, año 2021.

Dentro de este plan estratégico, se plantea el mencionado proyecto simplemente a nivel de trazado genérico, sin ninguna precisión mayor, en que tiene como principal objetivo el de constituirse en una vía emplazada al oriente de la ruta 5 en forma paralela y con alcance nacional, entre Puerto Williams y Visviri.

La importancia que tiene para el presente estudio, se remite a la coincidencia de trazado que tienen ambos proyectos en extensos sectores.

Un esquema con el trazado de este corredor se reporta en la figura N° 6.5-2 adjunta.

FIGURA N° 6.5-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TRAZADO GENERAL DEL PROYECTO DE CORREDOR INTERIOR



Fuente: Elaboración propia en base a carta caminera del MOP.

7.- EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES

7.1 Generalidades

La metodología propuesta para realizar la evaluación económica social de los anteproyectos, se remitió a las recomendaciones y criterios establecidos en el Manual de Carreteras (Dirección de Vialidad, MOP). El enfoque aplicado corresponde a una evaluación del tipo **económica-social**, o sea, considerando los impactos que producen los proyectos a nivel de la sociedad en su conjunto y en particular sobre aquellos usuarios que utilizan directamente las vías en cuestión. En lo sustancial, el tipo de evaluación propuesta, considera fundamentalmente **las siguientes dos fuentes de beneficios**:

- Tiempos de viaje de los usuarios
- Costos de operación de vehículos (COV)

A modo de cuantificar los impactos asociados a las dos fuentes de beneficios anteriores, en primera instancia se realizaron las **simulaciones operacionales** correspondientes tanto a la situación base como a las distintas alternativas que fueron llevadas a nivel de anteproyecto. Lo anterior, con el propósito de medir los consumos físicos asociados a cada una de las alternativas simuladas. A partir de ellos y mediante el vector de precios sociales, se cuantificaron los consumos monetarios, para posteriormente calcular los **beneficios** respectivos como la diferencia entre los consumos de recursos asociados a la situación base y a cada una de las alternativas evaluadas.

Cabe destacar que las simulaciones operacionales de las redes viales, se realizaron mediante la aplicación de los modelos HDM-4 y SATURN. A partir del primero, se determinaron los costos de operación de los vehículos (*COV*) en función de los parámetros geométricos de cada ruta. Estos costos se utilizaron para conformar los "extra data" del modelo SATURN, el cual fue empleado en su modalidad "buffer", que permite incorporar estos datos y de esta forma, realizar la asignación a la red de la demanda vehicular, determinándose los flujos vehiculares por arco y los tiempos de viaje respectivos.

Finalmente, a partir de los montos de inversión y los beneficios asociados a cada alternativa, se calcularon los **indicadores de rentabilidad económica**. En este caso, se utilizaron como indicadores de rentabilidad de corto plazo a la TRI (Tasa de Retorno Inmediata) y al VAN1 (Valor Actualizado Neto al primer año); y como indicadores de rentabilidad de largo plazo, se consideró al VAN (Valor Actual Neto) y a la TIR (Tasa Interna de Retorno).

7.2 Criterios de Evaluación

En este punto se reportan los criterios generales empleados en el proceso de evaluación económica, que son comunes para la evaluación de todas las alternativas. Al respecto, un aspecto básico se refiere a la definición de períodos y cortes temporales que se consideraron en esta etapa.

a) Definición de Períodos y Cortes Temporales

Cabe señalar que, para efectos de modelación y simulación de alternativas, se consideró conforme a la periodización, para esta etapa, un período de la temporada normal: mañana laboral (MLN), El resto de los períodos fueron asimilados de acuerdo a los datos que se reportan en el cuadro N°7.2-1 a N°7.2-3.

Por su parte, en esta evaluación preliminar se simuló un corte temporal, correspondiente al primer año de operación definido al año 2026.

CUADRO N° 7.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON LA EXTENSIÓN DE LA PERIODIZACIÓN

HORA	FLUJO REPRESENTATIVO	EXTENSIÓN DE 7 A 19 HORAS	FACTOR FLUJO
10:00-11:00	10315	7	1,00
17:00-18:00	12220	4	1,18
20:00-21:00	5994	1	0,58
Total:		12	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 7.2-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTOR DE EXPANSIÓN A 24 HORAS Y FACTOR DE FLUJO NORMAL Y VERANO

TIPO DE VEHÍCULO	Factor 12 a 24 h Invierno (PNC)	FACTOR DE FLUJO	
		NORMAL	VERANO
Vehículo Liviano	1,37	1,000	0,940
Camión 2 E	1,34		
Camión más 2 E	2,74		
Buses	3,89		

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 7.2-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EXTENSIÓN DE HORAS AL AÑO SEGÚN TEMPORADA

TEMPORADA	(meses/año)	(días/año)	(h/año)
Verano	2	60	1440
Normal	10	305	7320
Total	12	365	8760

Fuente: Elaboración Propia.

b) Tasas de Crecimiento Según Tipo de Vehículo

Para las tasas de crecimiento vehicular según tipo de vehículo, se emplearon las cifras determinadas a partir de los modelos de demanda, específicamente, de los resultados de los modelos econométricos calibrados, los que se utilizaron para proyectar los viajes según par origen-destino.

Las tasas de crecimiento por tipo de vehículo consideradas son las siguientes:

- Vehículos Livianos : 7.34 % anual
- Camiones Simples : 2.98 % anual
- Camiones Articulados : 1.50 % anual
- Transporte Público : 0.00 % anual

c) Vector de Precios Sociales

Para cuantificar los consumos y beneficios, se empleó los valores del último vector de precios vigentes al mes de diciembre de 2020. En el cuadro N° 7.2-4 se reporta las principales partidas.

CUADRO N° 7.2-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
VECTOR DE PRECIOS SOCIALES POR MODO E ÍTEMS
 (pesos a Diciembre de 2020)

ÍTEM	UNIDADES	CATEGORÍA DE VEHÍCULO			
		VEHÍCULO LIVIANO (*)	CAMIÓN SIMPLE	CAMIÓN ARTICULADO	BUSES
Valor Vehículo Nuevo	(m\$/veh)	11.422	24.685	55.879	90.245
Combustible	(\$/lt)	424	414	409	409
Neumático	(\$/neum)	56.887	116.990	231.776	231.776
Hora de Mantención	(\$/hr)	5.169	5.169	5.169	5.169
Lubricante	(\$/lt)	4.990	2.354	2.354	2.354

(*) Los precios considerados son el promedio entre autos y camionetas.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF).

Por su parte, los valores sociales del tiempo considerados fueron los siguientes:

- Valor Social del Tiempo Urbano (todo vehículo, excepto camión) : 2.434 (\$/h-pax)
- Valor Social del Tiempo Interurbano : 7.995 (\$/h-pax)
- Valor Social del Tiempo de la Carga : 9.479 (\$/h-camión)

Adicionalmente, la tasa de descuento social empleada fue del 6%.

d) Cuantificación de la Demanda Generada

Se define el tránsito generado, como el flujo vehicular que utilizaría un camino, si se produjera un mejoramiento en sus variables de servicio, pero que no lo utilizaría si estas mejoras no se realizan. Es decir, si estos viajes no se realizaban antes por otras vías, entonces se genera un tránsito inducido o generado.

Concretamente, se considera tránsito generado o inducido al que provenga de las siguientes fuentes:

- Nuevos viajes que se generan producto de la mejora.
- Viajes que no se realizarían sin el mejoramiento del camino, por ser su costo de transporte mayor al beneficio que genera su realización.
- Aumento en la frecuencia de los viajes producto de la reducción del costo generalizado de transporte.

En esta etapa del estudio *no se aplicó la demanda generada*. En todo caso, entre los distintos puntos de interés las conexiones viales ya existen, por lo que el aporte de este tipo de demanda se estima que, en este caso, sea prácticamente nulo.

7.3 **Modelación y Simulación de la Situación Base**

El proceso de definición de la red, parte del supuesto básico de considerar que, todos los impactos esperables de los proyectos a evaluar se producirán al interior de ella y por lo tanto, podrán ser adecuadamente medidos. El área de modelación, coincide con el área de análisis definida para el proyecto, coincidiendo con la ya reportada en la etapa de evaluación preliminar, que demostró su eficacia en capturar adecuadamente los impactos asociados del proyecto.

Respecto a los costos de operación de los vehículos, estos se determinaron a partir de las simulaciones con el modelo HDM-4. En este caso, se utilizaron los mismos arcos definidos para la modelación SATURN, a modo de garantizar la plena consistencia entre ambos modelos. En síntesis, el modelo HDM-4 permite calcular los costos operacionales a nivel de arco, los que son ingresados al modelo SATURN que en definitiva determina las asignaciones de flujos vehiculares en la red, a nivel de cada arco.

En este caso, dadas las características interurbanas que presentan las alternativas de proyecto, se modeló toda la red empleando el modelo SATURN bajo la modalidad de tipo "buffer". Este tipo de modelación tiene la ventaja fundamental, que permite incorporar un conjunto de datos asociados a los costos de operación de los distintos modos modelados, debido a cambios en las características geométricas del camino y de esta forma, determinar de manera razonable, las reasignaciones que se producen en la red.

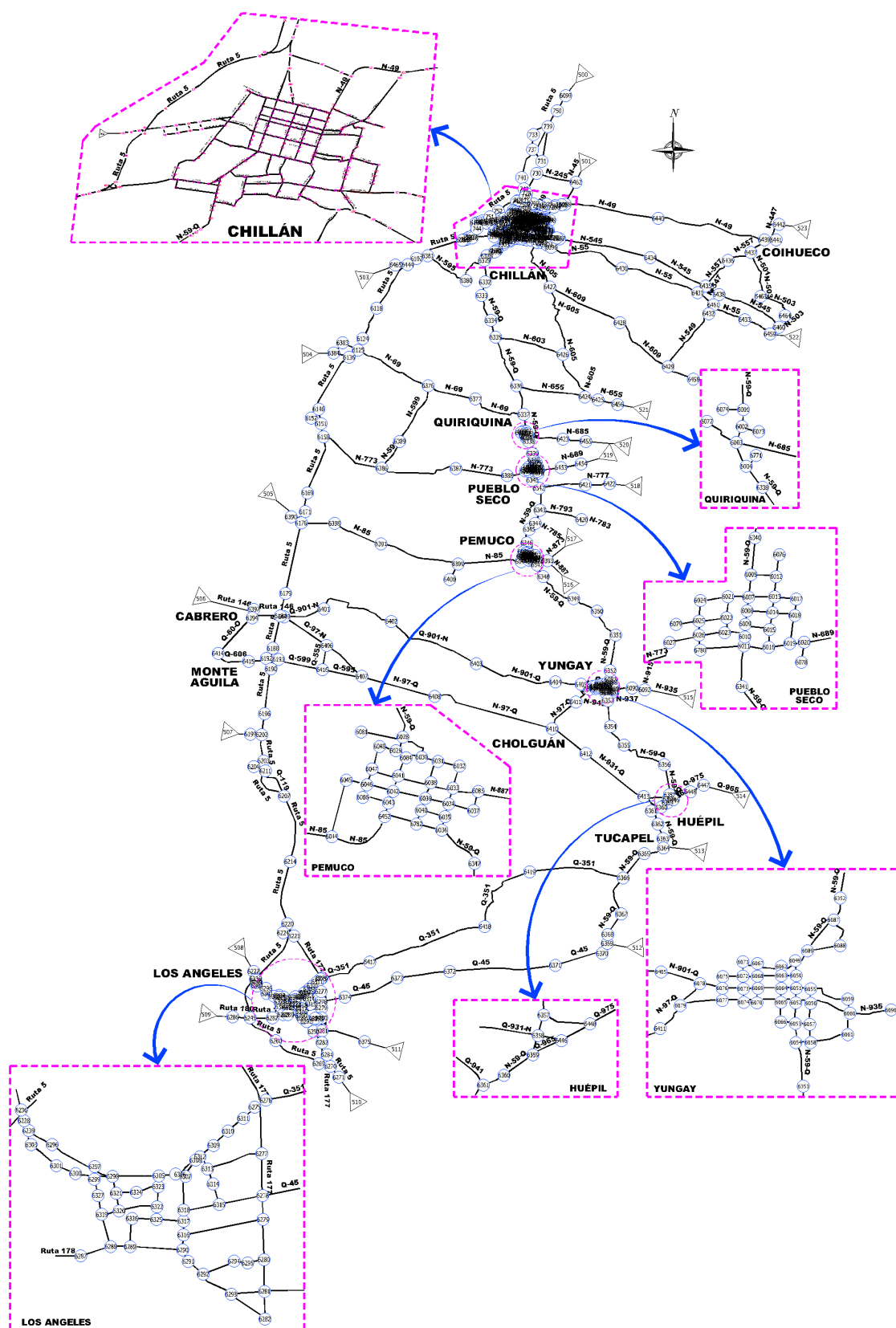
En términos prácticos, el procedimiento utilizado para construir la situación base, consistió en incorporar a las redes respectivas la situación actual optimizada y el escenario vial que se definió previamente. Asimismo, se considera la proyección de las matrices de viaje de acuerdo a las estimaciones realizadas en la etapa de modelos de demanda y que consideró una proyección de los viajes por zona y las frecuencias de las rutas fijas (buses) amplificadas mediante las tasas de crecimiento vehicular respectivas.

En lo sustancial, la definición de la situación base adopta el escenario vial definido para toda el área de análisis y que está compuesto por dos proyectos emblemáticos para la región, que se espera estén materializados al primer año de operación del presente proyecto. En este sentido, los proyectos viales que componen al escenario vial y por lo tanto la situación base, son los siguientes:

- **Mejoramiento y Conservación de la Ruta N-59-Q entre Chillán Viejo y Yungay** (Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán – Yungay, Región del Biobío, Dirección de Vialidad MOP, 2017).
- **Circunvalación Oriente a la Ciudad de Chillán** (Estudio de Ingeniería Habilitación Circunvalación Oriente de Chillán, Región del Ñuble, Dirección de Vialidad, MOP, 2021).

Como resultado de este proceso, se construyó la red de modelación SATURN que se presenta en la figura N°7.3-1.

FIGURA Nº 7.3-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RED DE MODELACIÓN SATURN



Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a la simulación de las redes, cabe señalar que, de acuerdo a la periodización se definieron tres períodos de temporada de verano: mañana laboral, mediodía laboral y tarde laboral. A partir de estos períodos, el resto se asimiló utilizando factores de flujo y hora.

Respecto a la definición de cortes temporales, para esta etapa preliminar de evaluación de alternativas se simuló un corte temporal correspondiente al primer año de operación (año 2026).

Por último, cabe destacar que el proceso de simulación de cada red se efectuó conforme a las consideraciones habitualmente adoptadas para este tipo de estudios.

7.4 Modelación y Simulación de las Alternativas Preliminares

En la etapa de definición de alternativas, se planteó un gran conjunto de proyectos, básicamente, ordenados por familias, quedando conformado de la siguiente manera, alternativas: Chillán-Quiriquina; Corredor Interior; Quiriquina-Pueblo Seco; Pemuco y Yungay.

Para efectos de incorporar en las redes de modelación SATURN los costos de operación de los vehículos (*COV*) asociados a cada alternativa de anteproyecto, en primera instancia se simuló mediante la aplicación del modelo HDM-4 (versión 2), el cual fue configurado empleando el archivo "*objects.dat*" definido por MIDESO, el que incorpora todos los parámetros calibrados para Chile y cuyo detalle ya fue descrito en etapas anteriores. Una vez obtenidos los valores asociados a los costos de operación de cada alternativa, éstos fueron incorporados al modelo SATURN, mediante el cual se simuló operativamente las redes viales a modo de obtener la asignación a la red de la demanda vehicular y las principales variables operacionales (tiempos de viaje, grados de saturación, largos de cola y otros).

Respecto a los períodos simulados, cortes temporales y criterios generales, se siguió las mismas pautas establecidas en la simulación de la situación base.

7.5 Costos de Inversión

La cuantificación de los montos de inversión de las alternativas propuestas, se determinó a partir de la ubicación de las partidas más relevantes, Una vez cuantificadas las obras involucradas, se aplicaron los precios unitarios, al 30 de diciembre de 2020, los cuales corresponden a presupuestos de diferentes obras viales de este tipo.

Luego, el valor social de cada alternativa se determinó a partir del precio privado, considerando para este efecto una desagregación en componentes básicas que corrigen eventuales distorsiones de los precios de mercado.

El cálculo detallado de los montos de inversión, se reportó en el capítulo anterior, razón por la que en este punto se presenta tan solo un resumen de ellos en el cuadro N° 7.5-1.

CUADRO N° 7.5-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN MONTOS DE INVERSIÓN SEGÚN ALTERNATIVA
(millones de pesos al 30 de diciembre de 2020)

SECTOR/TRAMO	ALTERNATIVA	MONTOS DE INVERSIÓN (millones de pesos)		
		PRIVADO	SOCIAL	VALOR RESIDUAL
Chillán-Quiriquina	• CHI-QUI-01 (doble calzada, cruces a desnivel)	117.205	86.938	75.854
Chillán-Quiriquina	• CHI-QUI-02 (doble calzada, cruces a nivel)	62.774	48.257	39.213
Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco	• CORREDOR INT.-01 (calzada simple)	76.978	58.599	49.120
Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco	• CORREDOR INT.-02 (calzada doble)	125.089	95.552	83.998
Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco	• CORREDOR INT., Análisis Incremental, doble calzada c/r simple	48.111	36.953	34.878
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-01 (by-pass oriente, calzada simple)	19.749	14.696	12.299
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-02 (by-pass poniente, calzada simple)	20.611	14.926	11.539
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-03 (by-pass oriente, doble calzada)	29.995	22.291	18.070
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS-04 (by-pass poniente, doble calzada)	33.737	24.447	19.813
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS, Análisis Incremental by-pass oriente, doble calzada c/r simple	10.246	7.595	5.772
Quiriquina-Pueblo Seco	• QUI-PUS, Análisis Incremental by-pass poniente, doble calzada c/r simple	13.126	9.521	8.274
Pemuco	• PEM-01 (by-pass oriente, calzada simple)	14.483	10.715	8.956
Pemuco	• PEM-02 (by-pass poniente, calzada simple)	17.814	13.106	11.205
Pemuco	• PEM-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	24.591	19.446	16.035
Pemuco	• PEM-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	26.159	20.818	17.351
Pemuco	• PEM-05 (by-pass oriente, doble calzada)	22.426	16.601	14.287
Pemuco	• PEM-06 (by-pass poniente, doble calzada)	27.785	20.437	17.617
Pemuco	• PEM, Análisis Incremental, by-pass poniente, doble calzada c/r simple	9.971	7.330	6.412
Pemuco	• PEM-07 (conexión oriente-poniente)	8.345	7.712	6.146
Yungay	• YUN-01 (by-pass oriente, calzada simple)	17.609	13.691	11.669
Yungay	• YUN-02 (by-pass poniente, calzada simple)	20.116	14.998	12.528
Yungay	• YUN-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	27.753	20.665	17.515
Yungay	• YUN-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	35.872	26.283	18.425
Yungay	• YUN-05 (by-pass oriente, doble calzada)	26.879	20.762	17.119
Yungay	• YUN-06 (by-pass poniente, doble calzada)	32.613	24.242	20.961
Yungay	• YUN-07 (conexión oriente-poniente)	10.144	6.973	5.846

Fuente: Elaboración Propia.

7.6 Cálculo de Beneficios

El proceso de cálculo de los beneficios asociados a cada alternativa, pasó por el cálculo detallado de los recursos físicos involucrados en la operación de cada una de las situaciones modeladas. Luego, a través del vector precios sociales, se transformaron a unidades monetarias y finalmente, a partir de estos últimos, se determinaron los beneficios respectivos como la diferencia entre los consumos asociados a la situación base y la situación con proyecto. Cabe señalar que para la Alternativa PEM-07 (conexión oriente-poniente) y Alternativa YUN-07 (conexión oriente-poniente), los consumos y beneficios asociados fueron calculados por diferencia entre alternativas.

7.7 Indicadores de Rentabilidad

El cálculo de indicadores de rentabilidad económica tiene como objetivo entregar cifras que sirvan de apoyo a la toma de decisiones, de manera que permitan definir la rentabilidad de las alternativas y, de esta forma, determinar un orden de prioridades entre ellas. Para su concreción, el análisis se basó en el uso de indicadores de corto y largo plazo.

Al respecto, en el caso del corto plazo, se utilizó la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y el Valor Actualizado Neto al primer año de operación (VAN 1). Para el largo plazo, se empleó la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actualizado Neto (VAN). Un resumen con los indicadores para la demanda normal y demanda total para cada alternativa evaluada, se presenta a continuación en el cuadro N° 7.7-1.

CUADRO N° 7.7-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON INDICADORES DE RENTABILIDAD ECONÓMICA
(millones de pesos a diciembre de 2020)

SECTOR / TRAMO	ALTERNATIVA	MONTOS DE INVERSIÓN (millones de pesos)			BENEFICIOS (millones de pesos)	INDICADORES DE RENTABILIDAD				AÑO ÓPTIMO INVERSIÓN
		PRIVADO	SOCIAL	VALOR RESIDUAL		TRI (%)	VAN1 (mill \$)	TIR (%)	VAN (mill \$)	
Chillán-Quiriquina	• CHI-QUI-01 (calzada doble, cruces a desnivel)	117.205	86.938	75.854	5.103	5,9	-107	6,7	6.566	2026
	• CHI-QUI-02 (calzada doble, cruces a nivel)	62.774	48.257	39.213	5.968	12,4	2.899	15,4	56.599	2025
Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco	• CORREDOR INT.-01 (calzada simple)	76.978	58.599	49.120	8.644	14,8	4.838	19,2	107.478	2025
	• CORREDOR INT.-02 (calzada doble)	125.089	95.552	83.998	10.305	10,8	4.313	15,2	118.668	2025
	• CORREDOR INT., Análisis Incremental, calzada doble c/r simple	48.111	36.953	34.878	1.661	4,5	-524	8,4	11.190	2028
Quiriquina – Pueblo Seco	• QUI-PUS-01 (by-pass oriente, calzada simple)	19.749	14.696	12.299	1.650	11,2	725	12,9	11.269	2025
	• QUI-PUS-02 (by-pass poniente, calzada simple)	20.611	14.926	11.539	1.823	12,2	875	14,1	12.873	2025
	• QUI-PUS-03 (by-pass oriente, calzada doble)	29.995	22.291	18.070	2.044	9,2	1.419	12,3	12.120	2025
	• QUI-PUS-04 (by-pass poniente, calzada doble)	33.737	24.447	19.813	2.144	9,6	982	11,6	14.565	2025
	• QUI-PUS, Análisis Incremental by-pass oriente, calzada doble c/r simple	10.246	7.595	5.772	395	5,2	-195	5,4	-624	2029
	• QUI-PUS, Análisis Incremental by-pass poniente, calzada doble c/r simple	13.126	9.521	8.274	521	5,5	-169	5,8	-291	2028
Pemuco	• PEM-01 (by-pass oriente, calzada simple)	14.483	10.715	8.956	383	3,6	-246	0,1	-5.137	-
	• PEM-02 (by-pass poniente, calzada simple)	17.814	13.106	11.205	813	6,2	25	6,4	563	2025
	• PEM-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	24.591	19.446	16.035	881	4,5	-480	3,3	-7.684	2034
	• PEM-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	26.159	20.818	17.351	2.450	11,8	1.133	12,3	13.525	2025
	• PEM-05 (by-pass oriente, calzada doble)	22.426	16.601	14.287	788	4,7	-196	3,5	-3.826	2033
	• PEM-06 (by-pass poniente, calzada doble)	27.785	20.437	17.617	2.166	10,6	887	11,7	9.510	2025
	• PEM, Análisis Incremental, by-pass poniente, calzada doble c/r simple	9.971	7.330	6.412	214	2,9	-396	---	---	-
	• PEM-07 (conexión oriente-poniente)	8.345	7.712	6.146	498	6,5	270	7,3	1.913	2025
Yungay	• YUN-01 (by-pass oriente, calzada simple)	17.609	13.691	11.669	383	2,8	-414	1,6	-5.782	-
	• YUN-02 (by-pass poniente, calzada simple)	20.116	14.998	12.528	725	4,8	-165	3,9	-2.926	2033
	• YUN-03 (by-pass oriente, calzada simple + conexión or.-pon.)	27.753	20.665	17.515	807	3,9	-409	3,1	-4.274	2038
	• YUN-04 (by-pass poniente, calzada simple + conexión or.-pon.)	30.260	21.971	18.425	1.149	5,2	-138	4,4	-7.860	2029
	• YUN-05 (by-pass oriente, calzada doble)	26.879	20.762	17.119	422	2,0	-778	0,1	-11.230	-
	• YUN-06 (by-pass poniente, calzada doble)	32.613	24.242	20.961	703	2,9	-709	0,3	-12.011	-
	• YUN-07 (conexión oriente-poniente)	10.144	6.973	5.846	424	6,1	5,6	7,7	1.508	2025

Fuente: Elaboración Propia.

Como complemento a los resultados anteriores, se realizó un análisis de sensibilidad tanto para demanda normal y demanda total, cuyo objetivo, fue determinar la variabilidad de los indicadores de rentabilidad económica, ante variaciones en los distintos componentes que conforman los beneficios totales.

De esta forma, los ítems y variaciones a los que se vieron afectados fue la siguiente:

- **Monto de Inversión** : $\pm 20 \%$
- **Beneficios:**
 - . Tiempo : $\pm 20 \%$
 - . Costos de Operación : $\pm 20 \%$

7.8 Determinación de la Demanda Vehicular Según Alternativa

Un resultado significativo de esta etapa, se refiere al flujo vehicular asignado en el eje de proyecto de cada una de las alternativas. Al respecto, a partir de las simulaciones realizadas, se determinó el TMDA respectivo y los resultados de este proceso se reportan en el cuadro N° 7.8-1.

CUADRO N° 7.8-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON TMDA SEGÚN ALTERNATIVA, CORTE TEMPORAL AÑO 2026
 (veh/día)

PROYECTO DOBLE CALZADA CHILLÁN-QUIRIQUINA	VEH.LIV	CAM 2E	CAM +2E	BUSES	TOTAL
Doble calzada Chillán-Quiriquina	4.834	536	688	433	6.491
Doble calzada Quiriquina Chillán	5.224	302	269	1.316	7.111
CORREDOR INTERIOR, CALZADA SIMPLE	VEH.LIV	CAM 2E	CAM +2E	BUSES	TOTAL
Ruta N-59-Q con Ruta N-65 / Ruta N-77	2.603	61	46	0	2.710
Ruta N-77 / Ruta N-59-Q altura Estero Culenco	1.122	35	272	0	1.429
Ruta N-59-Q altura Estero Culenco / Ruta N-77	1.601	94	115	0	1.811
Ruta N-77 / Ruta N-59-Q con Ruta N-65	4.033	44	100	5	4.182
CORREDOR INTERIOR, CALZADA DOBLE	VEH.LIV	CAM 2E	CAM +2E	BUSES	TOTAL
Ruta N-59-Q con Ruta N-65 / Ruta N-77	3.767	61	46	0	3.874
Ruta N-77 / Ruta N-59-Q altura Estero Culenco	1.908	35	272	0	2.216
Ruta N-59-Q altura Estero Culenco / Ruta N-77	2.929	94	115	0	3.138
Ruta N-77 / Ruta N-59-Q con Ruta N-65	5.205	44	100	5	5.354

Fuente: Elaboración Propia.

7.9 Comentarios y Conclusiones

En los párrafos siguientes se reportan los principales resultados obtenidos de la etapa de evaluación de alternativas preliminares, fundamentalmente referentes a indicadores de rentabilidad. Asimismo, se emiten las principales conclusiones, que se generaron en conjunto con la Contraparte Técnica del estudio y que se remiten a la recomendación de las alternativas que deberían de pasar a la etapa de anteproyecto.

a) Doble Calzada entre Chillán y Quiriquina, Ruta N-59-Q

La **Alternativa CHI-QUI-01**, que considera doble calzada y todos los cruces formales desnivelados, aunque obtuvo beneficios del orden de \$5.103 millones, no resultó rentable en el corto plazo (TRI de 5,9%), pero sí en el largo plazo (TIR de 6,7% y un VAN de 6.566 millones de pesos). Las razones son diversas, partiendo por el alto monto de inversión (\$117.205 millones de pesos) y cabe señalar que el cierre de mediana y los cruces desnivelados generan reruteos adicionales significativos en algunos sectores, además del impedimento de algunos ejes transversales de acceder directamente a la ruta. Lo anterior se traduce en una pérdida de conectividad vial que obliga a los usuarios a recorrer distancias más largas.

Por otra parte, la **Alternativa CHI-QUI-02**, que considera doble calzada con cruces a nivel, elimina los inconvenientes anteriores, lo que se traduce en mayores beneficios (5.968 millones de pesos). Además, el monto de inversión es significativamente inferior al anterior (62.774 millones de pesos), lo que se traduce en mayores indicadores de rentabilidad, con una TIR de 15,4% y un VAN de 56.599 millones de pesos.

En este caso, un análisis incremental no tiene sentido, ya que la diferencia entre los beneficios del proyecto con cruces desnivelados respecto a soluciones a nivel, sería negativa.

En definitiva, la recomendación para este tramo sería la de pasar a la etapa de anteproyecto a la **Alternativa CHI-QUI-02**, fundamentalmente debido a sus significativamente mejores atributos.

b) Corredor Interior, conexión entre Quiriquina, Pueblo Seco y Pemuco

Este proyecto que se emplaza al oriente de la ruta N-59-Q, permite no sólo conectar Quiriquina con Pueblo Seco y Pemuco a través de una nueva vía, sino que, además, su trazado pasa cerca de las localidades de El Carmen y San Ignacio, lo que podría potenciar esta conurbación.

En este caso la Alternativa CORREDOR INT.-01 (calzada simple) resultó rentable, reportando una TIR de 19,2% y un VAN de 107.478 millones de pesos, al igual que la Alternativa CORREDOR INT.-02 (doble calzada) que reportó una TIR de 15,2% y un VAN de 118.668 millones de pesos. Sin embargo, al desarrollarse el análisis incremental, se aprecia que la tasa de rentabilidad inmediata (TRI incremental), es decir, comparando la doble calzada con respecto a la calzada simple, se obtuvo una TRI de 4,5%, por lo que, en principio, sería recomendable comenzar implementando la calzada simple y en el futuro volver a analizar su eventual ampliación a doble calzada.

Esta alternativa de solución fue ampliamente discutida a nivel regional. En definitiva, dadas las consideraciones estratégicas de largo plazo sustentadas por la Dirección de Vialidad Regional y la Municipalidad de San Ignacio, se prefirió postergar su implementación, **no recomendándose en definitiva su paso a la etapa de anteproyecto** y privilegiándose soluciones tipo by-pass a las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco.

c) By-Pass Quiriquina - Pueblo Seco

Para este sector del estudio, todas las alternativas resultaron rentables, tanto las emplazadas al poniente de la ruta N-59-Q como las emplazadas al oriente, tanto en calzada simple como en doble calzada. En el caso de la **Alternativa QUI-PUS-01** (by-pass oriente, calzada simple) los valores obtenidos para los indicadores de rentabilidad fueron una TIR de 12,9% y un VAN de 11.269 millones de pesos y para el caso de la **Alternativa QUI-PUS-03** (by-pass oriente, doble calzada) se obtuvo una TIR de 12,3% y un VAN de 12.120 millones de pesos.

Por otra parte, para la **Alternativa QUI-PUS-02** (by-pass poniente, calzada simple) reportó una TIR de 14,1% y un VAN de 12.873 millones de pesos. Para la **Alternativa QUI-PUS-04** (by-pass poniente, doble calzada), se calculó una TIR de 11,6% y un VAN de 14.565 millones de pesos.

Al generarse el análisis incremental, para evaluar las dobles calzadas con respecto a las calzadas simples, en ambos by-pass, tanto el emplazado al oriente como el emplazado al poniente, reportaron indicadores bajo los umbrales mínimos exigidos. Para el by-pass oriente, los indicadores incrementales fueron una TIR de 5,4% y un VAN de -624 millones de pesos y en el caso del by-pass poniente, las cifras obtenidas fueron una TIR de 5,8% y un VAN de -291 millones de pesos. En definitiva, no se recomienda la implementación de alternativas que consideren dobles calzadas.

En resumen, tanto el by-pass oriente como el poniente, resultaron rentables, con una leve ventaja para el emplazado en el costado oriente a la ruta N-59-Q, vale decir la **Alternativa QUI-PUS-01**. A la luz de los resultados, la recomendación, desde el punto de vista económico, sería implementar el by-oriente.

En definitiva, la recomendación para este tramo sería la de pasar a la etapa de anteproyecto a la **Alternativa QUI-PUS-01**, fundamentalmente debido a sus significativamente mejores atributos en general y que se ven sustentados mediante el análisis multicriterio. En este sentido, primó la condición de emplazarse por el borde de cursos de agua que otorgan una protección respecto al avance de los límites urbanos del sector, resguardando en el mediano-largo plazo su condición de vía interurbana.

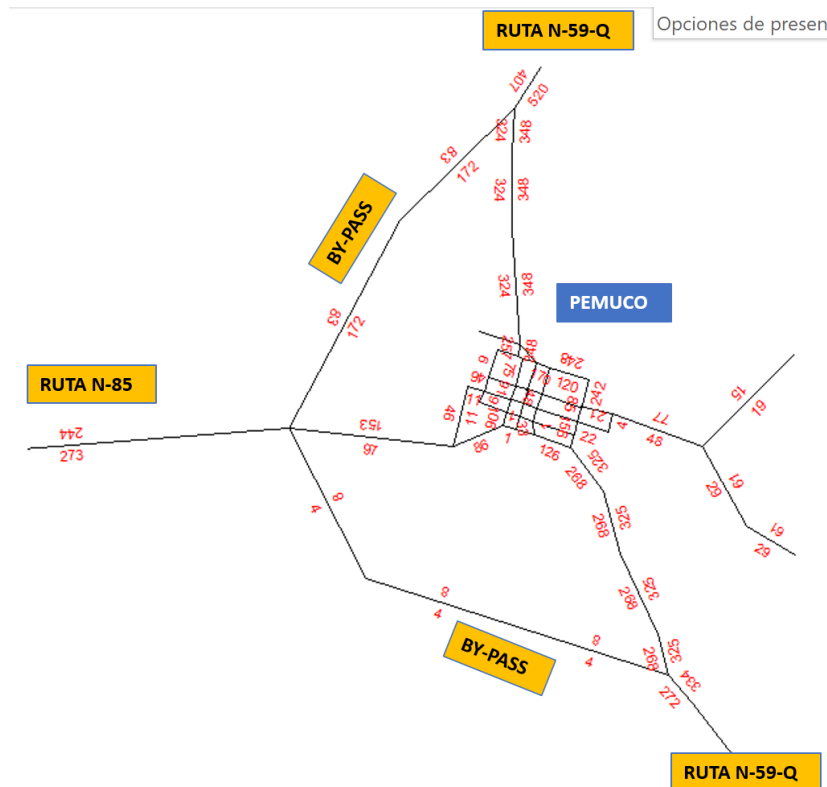
d) By-Pass a Pemuco

En grandes líneas, es posible afirmar todas las alternativas de by-pass emplazadas al oriente de la ruta N-59-Q, no resultaron rentables, vale decir, la **Alternativa PEM-01** (by-pass oriente, calzada simple) y la **Alternativa PEM-05** (by-pass oriente, doble calzada).

Sin embargo, todas las alternativas de by-pass poniente resultaron rentables, reportando la **Alternativa PEM-02** (by-pass poniente, calzada simple) una TIR de 6,4% y un VAN de 563 millones de pesos, en tanto que la **Alternativa PEM-06** (by-poniente, doble calzada), reportó una TIR de 11,7% y un VAN de 9.510 millones de pesos. Para este caso, el análisis incremental resultante de comparar la doble calzada con respecto a la calzada simple, arrojó una TRI de 2,9%, concluyéndose en que no es recomendable implementar directamente la doble calzada. Cabe señalar que aunque en doble calzada aumentaron los beneficios por tiempo, los otros costos de operación compensaron en dirección contraria.

La asimetría de resultados entre los by-pass emplazados al oriente con respecto a los by-pass emplazados al poniente, se explica porque un importante volumen de flujo sale de la ruta N-59-Q en este sector, para tomar la ruta N-85 en dirección a la ruta 5 y sectores costeros de la VIII Región. Este efecto se puede observar en la figura N° 7.9-1. Un aspecto importante que se observa en esta figura, es que el flujo vehicular que utiliza este by-pass, desde la ruta N-85 al sur, disminuye a valores mínimos. La sugerencia en este caso sería sólo implementar, en una primera etapa, el arco norte del by-pass en cuestión.

FIGURA N° 7.9-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ASIGNACIÓN VEHICULAR, BY-PASS PONIENTE SECTOR DE PEMUCO
(veq/h)



Fuente: Elaboración Propia.

Por último, cabe señalar que la **Alternativa PEM-07** (conexión oriente-poniente), que operaría como un by-pass emplazado al sur de la localidad de Pemuco, con el principal objetivo de acoger al flujo de paso que circula en sentido oriente-poniente y viceversa, reporta rentabilidades positivas con una TIR de 7,3% y un VAN de 1.913 millones de pesos. Cabe recordar que corresponde principalmente a vehículos de carga asociados al sector forestal.

Cabe señalar que se efectuó el análisis conjunto del by-pass poniente en calzada simple con la conexión oriente-poniente, dando lugar a lo que se denominó la **Alternativa PEM-04** (by-pass poniente, calzada simple más conexión oriente-poniente) y que reportó rentabilidades sobre los umbrales mínimos exigidos, presentando una TIR de 12,3% y un VAN de 13.525 millones de pesos. En este sentido, cabe destacar el grado de complementariedad que reportan las alternativas PEM-02 y PEM-07 en que se sobreponen en un sector no menor (3.5 km), dando lugar a menores costos de inversión y manteniendo las condiciones funcionales a nivel de red. En este sentido se reconocen interesantes potencialidades a futuro.

En definitiva, la recomendación para este tramo sería la de pasar a la etapa de anteproyecto a la **Alternativa PEM-02** (by-pass poniente, calzada simple) y a la **Alternativa PEM-07** (conexión oriente-poniente), fundamentalmente debido a sus resultados en cuanto a rentabilidad económica.

e) **By-Pass a Yungay**

En primer lugar, ha de reconocerse que en este sector de la ruta N-59-Q, se observa un notorio descenso de la demanda vehicular, lo que dificulta la búsqueda de soluciones que cumplan con los estándares exigidos por el proceso de evaluación económica-social. En este sentido, cabe señalar que el análisis de rentabilidad económica, tanto para los by-pass emplazados al poniente como al oriente de la ruta N-59-Q presentan indicadores bajo los umbrales mínimos exigidos.

Dentro de las alternativas de by-pass para los flujos que circulan en sentido norte-sur, la que presenta mejores indicadores de rentabilidad, corresponde a la **Alternativa YUN-02** (by-pass poniente, calzada simple), que reporta una TIR de 3,9% y un VAN de -2.926 millones de pesos.

La única alternativa que arrojó una rentabilidad por sobre los umbrales mínimos fue la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente), reportando una TIR de 7,7% y un VAN de 1.509 millones de pesos.

Se desarrolló el análisis respecto a la implementación simultánea de las dos alternativas anteriores (YUN-02 más YUN-07), dando lugar a la denominada **Alternativa YUN-04** (by-pass poniente, calzada simple, más conexión oriente-poniente), reportando una TIR de 4,4% y un VAN de -7.860 millones de pesos.

Aún dados los bajos indicadores de rentabilidad obtenidos, la recomendación definitiva respecto a las alternativas que pasan a la etapa de anteproyecto, se remite a la **Alternativa YUN-02** (by-pass poniente, calzada simple) y a la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente).

8.- EVALUACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES

En esta etapa del estudio ha correspondido realizar una primera identificación y evaluación de los potenciales impactos que sobre el medio ambiente y territorio pudiesen generar las múltiples actividades contempladas en el marco de la construcción y operación de las múltiples alternativas de solución que se plantean en el contexto del presente estudio.

Para alcanzar el claro reconocimiento de las externalidades ambientales asociadas, se tendrán en consideración tanto las variables físico-naturales como humano-construidas, abordadas en la línea de base ambiental, a fin de poder identificar la asociación de causalidad entre cada una de las actividades contempladas, tanto en la etapa de construcción como de operación de cada una de las alternativas propuestas y los impactos potenciales que sobre los factores ambientales se pudiesen generar.

El reconocimiento de la tensión ambiental asociada tanto a la construcción como operación de un proyecto de infraestructura vial, resulta fundamental primero para dimensionar la magnitud del impacto y a partir de ello poder acercarnos a la toma de decisiones respecto a la necesidad de implementar medidas de mitigación, control y/o recuperación de los componentes ambientales afectados.

a) Metodología General

La metodología que se propone considera la construcción de una Matriz Causa – Efecto, donde se identifican y evalúan los impactos tanto positivos (+) como negativos (-) que sobre cada componente ambiental tendrían las actividades desarrolladas.

Los componentes ambientales que podrían sufrir algún tipo de impacto asociado a las tareas de construcción y operación de las alternativas, corresponden a los que se reportan en el cuadro N° 8.1-1 adjunto.

CUADRO N° 8.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
COMPONENTES AMBIENTALES

MEDIO	COMPONENTE
Físico	Geomorfología Hidrografía Calidad de aire Calidad de Aguas Niveles de ruidos
Bióticos	Flora Fauna
Socio-económico	Distribución Actividades económicas Calidad de vida Tradición y costumbres Patrimonio Histórico, Antropológico, Arqueológico y Paleontológico
Construido	Infraestructura vial Uso del suelo
Paisaje	Calidad del paisaje

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente se identifican las actividades susceptibles de impactar los componentes ambientales y se procede a la evaluación y valorización de los impactos, considerándose para esto último; el riesgo de ocurrencia, intensidad, extensión, reversibilidad, duración y desarrollo.

Esta metodología se aplicó a todas las alternativas consideradas, dando lugar a un índice según componente, lo que permite efectuar una comparación entre ellas.

b) Consideraciones Ambientales para la Selección de Alternativas

A partir del trabajo de definición y evaluación de los potenciales impactos ambientales y territoriales que generaría la eventual implementación de cada una de las Alternativas propuestas, es posible reconocer que todas las alternativas proyectadas se comportarían de buena forma en el escenario ambiental existente, debido a su alta antropización.

Dicha afirmación se sustenta primero en la consideración del objetivo del presente estudio que dice relación con proponer una alternativa que mejore las condiciones de tránsito del eje actual (N-59-Q), lo que permitiría un flujo más seguro de los vehículos pesados asociados a la actividad forestal, como en el caso de las alternativas propuestas para la ciudad de Yungay, que se desarrolla en la zona precordillerana, evitando problemáticas respecto su circulación donde se cuentan no solo aspectos estrictamente viales, sino que también de carácter ambiental asociado al ruido generado, contaminación para los habitantes, riesgos de accidentes y en general, alteraciones y condicionamientos a la dinámica urbana local producto del tránsito de vehículos de gran envergadura.

Así también, la construcción de cualquiera de estas alternativas permitirá mitigar o al menos reducir los efectos negativos propios del tránsito de vehículos pesados, alterando en menor medida el funcionamiento urbano local y la calidad de vida de la población residente en las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco, Pemuco e Yungay. Finalmente es preciso dar cuenta de la ventaja que representa una nueva conexión vial para las comunas involucradas, pues no solo resulta beneficioso para la circulación de vehículos de carga, sino que se transforma en una opción para los desplazamientos locales, así como también permitir la integración de los terrenos más próximos a estas nuevas alternativas viales, ayudando a la consolidación urbana de los terrenos agrícolas que se encuentran entre esta ruta y la trama urbana de las localidades.

c) Conclusiones y Recomendaciones

A modo de conclusión general, se tiene que a excepción de las alternativas que contemplan un aumento de capacidad de la ruta N-59-Q (doble calzada), correspondientes a las alternativas CHI-QUI-01 y CHI-QUI-02, todo el resto de las alternativas generan un impacto en la actividad agrícola por tratarse de aperturas que conllevan procesos expropiatorios de alto impacto. Lo anterior, debido a la subdivisión de predios que se genera y a la pérdida de superficie cultivable. Otro impacto significativo, se relaciona con las estructuras necesarias para dar continuidad a los trazados propuestos debido a la presencia de canales y cursos de agua superficiales.

Para las alternativas planteadas para el Sector Chillán – Quiriquina, que contemplan un aumento de capacidad a doble calzada de la ruta N-59-Q, se tiene que los impactos no serían de mayor relevancia dado que se remiten al mejoramiento del trazado existente. En la Alternativa CHI-QUI-01 se considera una doble calzada con cruces a nivel, en tanto que para la Alternativa CHI-QUI-02 se considera una doble calzada con cruces a desnivel en cada uno de los cruces con caminos enrolados. Al respecto cabe señalar que dado el crecimiento demográfico previsto para el largo plazo al interior del área de estudio, se estima que ambas podrían soportar de mejor forma la demanda futura, en que evidentemente la alternativa con cruces desnivelados debería de aportar una mayor capacidad de reserva y enfrentar de mejor forma cualquier contingencia de tipo estratégica.

Para las alternativas del Sector Quiriquina – Pueblo Seco se tiene que las alternativas de by-pass poniente generarían un menor impacto que las planteadas al oriente, debido a que en esta área se encuentra menos presencia de canales, por ende, menos estructuras que construir. Junto con ello ayudarían a consolidar el sector poniente de Pueblo Seco, específicamente el sector donde se cruzaría el eje N-689, lugar donde existe presencia de población de carácter rur-urbano.

Por otra parte, el trazado oriente presenta la ventaja de desarrollarse por el borde del canal Laja-Diguillín, con lo que se minimizan las posibilidades de que el desarrollo urbano futuro intervenga sobre la operación de esta nueva vía, estimándose que en el largo plazo resguarda de mejor forma su carácter interurbano.

Para la localidad de Pemuco se tiene que a medida que avanzamos en el desarrollo de las alternativas, esto da cuenta de que a mayor intervención, mayores son los beneficios en términos de las mejoras en la conectividad local y a escala provincial. En este sentido se tiene que las alternativas PEM-03 y PEM-04 con conexión transversal cumplirían mejor la función de mejorar la conectividad territorial, consolidando el territorio a intervenir. De estas dos alternativas, la Alternativa PEM-04 generaría un menor impacto en el territorio, ya que no se afectarían de forma importante paños de cultivo y la red de canales existente.

En lo que respecta a la ciudad de Yungay, al igual que para la localidad de Pemuco, se tiene que las alternativas que plantean conexiones transversales son las que generarían mayores beneficios de conectividad en el territorio. De éstas, la Alternativa YUN-03, mejoraría la conectividad debido a los flujos que se generan en sentido oriente-poniente relacionados con la actividad forestal emplazada en los sectores precordilleranos. Dichos flujos se desplazan con dirección hacia las plantas forestales localizadas en el sector de El Campanario, específicamente a la Planta de Cholguán. Junto con ello ayudaría a consolidar el territorio al oriente de la ciudad, principalmente en los sectores cercanos a la ruta N-935 (Angamos).

Por último, cabe señalar que para las alternativas denominadas ***Corredor Interior***, que generarían un by-pass para los flujos que circulan en sentido norte-sur, emplazadas al oriente de las localidades de Quiriquina, Pueblo Seco y Pemuco, tendrían un carácter de apertura al no considerar vialidad pre-existente en la mayor parte de su trayecto. Cabe señalar que estos trazados buscan conformar una alternativa a la ruta N-59-Q, mejorando fundamentalmente la conectividad entre las localidades de El Carmen y San Ignacio.

9.- ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES

9.1 Introducción

Para efectos de la decisión de cual método aplicar para el presente estudio, se desarrolló una discusión de cada uno de ellos, concluyéndose que lo más recomendable era aplicar el método **Análisis Jerárquico (AHP Analytic Hierarchy Process)**, desarrollado por Thomas L. Saaty en el año 1980, como una ayuda a la toma de decisiones.

El método AHP, descompone una situación compleja y no estructurada en sus componentes, los ordena en una jerarquía, realiza comparaciones a pares entre los elementos de cada nivel jerárquico y obtiene valores numéricos en una escala de proporciones para los juicios subjetivos (respecto de la importancia relativa de cada variable) y sintetiza los juicios, agregando las soluciones parciales en una sola solución.

Este método es frecuentemente aplicado a problemas de planificación estratégica, dadas las siguientes características:

- AHP divide los criterios en componentes manejables.
- Permite estimar magnitudes relativas y derivar prioridades como escalas de razón.
- Es posible organizar, priorizar y sintetizar temas complejos dentro de un marco racional.

9.2 Aplicación del Método

Los criterios que, a priori, se considera que deben ser incorporados corresponden a los siguientes:

- Diseño Físico
- Funcionalidad
- Social y Territorial
- Económico

A modo de síntesis y conforme a los criterios anteriores, en el cuadro N° 9.2-1 adjunto, se resumen los principales resultados obtenidos de la aplicación del método, indicándose el peso de cada criterio, su índice de consistencia, se identifican los sub-criterios asociados con sus respectivos pesos y el índice de consistencia obtenido.

CUADRO N° 9.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PESOS OBTENIDOS MEDIANTE MÉTODO SAATY PARA CRITERIOS Y SUB-CRITERIOS

CRITERIO	PESO CRITERIO	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	SUB-CRITERIO	PESO SUB-CRITERIO	ÍNDICE DE CONSISTENCIA
Diseño Físico	0,25	0,0	Número de Lotes a Expropiar (Nº)	0,10	-0,63
			Cantidad de Movimientos de Tierras (m3)	0,30	
			Cantidad de Estructuras Requeridas (m)	0,30	
			Longitud de trazado (Km)	0,30	
Funcionalidad	0,25		Conectividad con redes viales (Nº)	0,20	0,00
			Tiempo de viaje (Minutos)	0,20	
			Velocidad de operación (Km/Hr)	0,20	
			Seguridad Vial	0,20	
			Flujos Proyectados por Alternativa (TMDA)	0,20	
Social y Territorial	0,25		Efecto barrera provocado por la mejora en el estándar de la ruta. (Escala de Valor)	0,64	-0,32
			Mejora de conectividad vial e integración del territorio (Escala de Valor)	0,1	
			Afectación de paños de cultivos (Km)	0,26	
Económico	0,25		Inversión Total por Alternativa (M\$)	0,78	0,00
			Tasa de Retorno Inmediata (TRI), (%)	0,11	
			Valor Actualizado Neto (VAN) (\$)	0,11	

Fuente: Elaboración Propia.

9.3 Análisis de Resultados

Los valores del análisis multicriterio obtenidos para cada una de las alternativas estudiadas, fueron ordenados de mayor a menor, pudiéndose jerarquizar las alternativas según los resultados obtenidos, lo que se reporta en el cuadro N° 9.3-1 adjunto.

CUADRO N° 9.3-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RANKING DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	TÉCNICO	FUNCIONAL	TERRITORIAL	ECONÓMICO	VALOR GLOBAL	RANKING
CHI-QUI-02	0,60	0,49	0,62	0,77	0,62	1
CHI-QUI-01	0,40	0,51	0,38	0,23	0,38	2
SUMA	0,4	0,5	0,4	0,2	1,00	
ALTERNATIVA	TÉCNICO	FUNCIONAL	TERRITORIAL	ECONÓMICO	VALOR GLOBAL	RANKING
QUI-PUS-01	0,12	0,12	0,49	0,48	0,30	1
QUI-PUS-02	0,53	0,17	0,16	0,28	0,29	2
QUI-PUS-03	0,08	0,30	0,19	0,14	0,18	3
QUI-PUS-04	0,27	0,40	0,16	0,10	0,23	4
SUMA	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ALTERNATIVA	TÉCNICO	FUNCIONAL	TERRITORIAL	ECONÓMICO	VALOR GLOBAL	RANKING
PEM-02	0,19	0,24	0,46	0,33	0,30	1
PEM-01	0,31	0,17	0,19	0,40	0,27	2
PEM-05	0,29	0,29	0,19	0,12	0,22	3
PEM-06	0,21	0,30	0,16	0,14	0,20	4
SUMA	0,8	0,8	0,5	0,7	1,0	
ALTERNATIVA	TÉCNICO	FUNCIONAL	TERRITORIAL	ECONÓMICO	VALOR GLOBAL	RANKING
YUN-02	0,23	0,32	0,46	0,32	0,33	1
YUN-01	0,33	0,14	0,19	0,40	0,26	2
YUN-05	0,26	0,26	0,19	0,14	0,21	3
YUN-06	0,18	0,28	0,16	0,14	0,19	4
SUMA	0,8	0,7	0,5	0,7	1,0	

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis multicriterio señaló que las alternativas CHI-QUI-02, QUI-PUS-01, PEM-02 y YUN-02 presentan las mejores condiciones para la ejecución del proyecto, de acuerdo a los criterios utilizados en el análisis, para las áreas estudiadas.

En el caso de la Alternativa CHI-QUI-02, ésta presentó mejores resultados en todos los criterios utilizados, mientras que la Alternativa QUI-PUS-01 presentó mejores índices en los criterios social - territorial y económico.

Para el sector de Pemuco se tiene que la Alternativa PEM-02, presentó los mejores resultados, siendo los criterios social - territorial y económico los mejores evaluados.

Para la ciudad de Yungay se tiene que la Alternativa YUN-02 es la de mejor resultado según la evaluación realizada, debido a su comportamiento en los criterios funcional, social - territorial y económico.

Por último, cabe señalar que las **alternativas de corredor interior** no han sido priorizadas. Lo anterior debido a la fuerte oposición de algunos alcaldes que en reuniones con la Dirección de Vialidad Regional, señalaron que ellos tenían una visión de un corredor cordillerano, con vocación turística, por lo que no se dio preferencia al corredor propuesto. En definitiva, se prefirió postergar su implementación, **no recomendándose su paso a la etapa de anteproyecto** y privilegiándose soluciones tipo by-pass a las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco.

10.- ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA

La etapa denominada estudios de ingeniería básica, se encuentra orientada a la obtención de parámetros y resultados necesarios para el análisis de las diferentes especialidades que conforman la realización de los diseños viales a nivel de prefactibilidad, ya sea obras hidráulicas, estructuras y pavimentos, entre otros.

Dentro de estos estudios se consideraron trabajos de topografía escala 1:1.000, con apoyo terrestre y curvas de nivel cada 1 m, realizados mediante restitución fotogramétrica convencional a través de un vuelo exclusivo para dichos fines.

Asimismo, esta etapa contempla la generación del estudio geotécnico, el cual considera la recolección de antecedentes de diferentes estudios de ingeniería ejecutados en la zona, los cuales permitieron realizar el análisis de suelos para la fundación de pavimentos y estructuras.

Por otra parte, el estudio hidrológico permitió determinar los caudales de los cursos de agua que cruzan los trazados, en los cuales se consideraron estadísticas disponibles de series pluviométricas y fluviométricas de estaciones cercanas al sector en estudio. Estos antecedentes hidrológicos, además de la topografía, macrogranulometrías, permitió realizar el análisis hidráulico de los puentes que conforman el estudio, así como el diseño de las obras fluviales.

10.1 Restituciones Aerofotogramétricas, Escala 1:1.000

A continuación, se mencionan los puntos más relevantes realizados en el proceso de elaboración de la topografía digital a escala 1:1.000, en la Región de Ñuble. Cuya superficie total aproximada es de 1.368 hectáreas.

- Recopilación de Información.
- Vuelo y Toma de Imágenes Aéreas.
- Sistema de Transporte de Coordenadas
- Control Fotogramétrico.
- Restitución Fotogramétrica.
- Entrega de Productos.

La zona de interés se encuentra emplazada en la Región de Ñuble, en la provincia de Ñuble. En las figuras N°10.1-1 a N 10.1-5 siguientes, extraídas de Google Earth, se emplazan los límites de los sectores de interés, que serán restituidos. La cantidad de hectáreas consideradas, se reporta en el cuadro N° 10.1-1 adjunto.

CUADRO N° 10.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
SUPERFICIE EN HECTÁREAS

ID	ÁREA (há)
Zona 1	449
zona 2	303
Zona 3	79
Zona 4	345
Zona 3 Poniente	192
Total	1.368

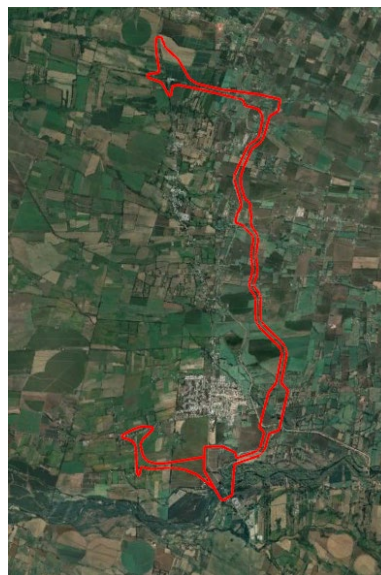
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 10.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ÁREA DE INTERÉS, ZONA 1



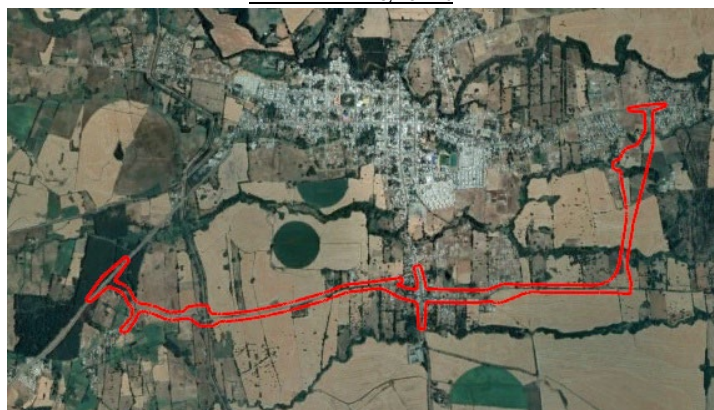
Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

FIGURA N° 10.1-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ÁREA DE INTERÉS, ZONA 2



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

FIGURA N° 10.1-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ÁREA DE INTERÉS, ZONA 3



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

FIGURA N° 10.1-5
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ÁREA DE INTERÉS, ZONA 3 PONIENTE



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

FIGURA N° 10.1-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
ÁREA DE INTERÉS, ZONA 4



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

Para la ejecución de las actividades de restitución fotogramétrica, se planificó un vuelo y la toma de imágenes digitales a color, con una resolución espacial de 10 cm de tamaño de píxel.

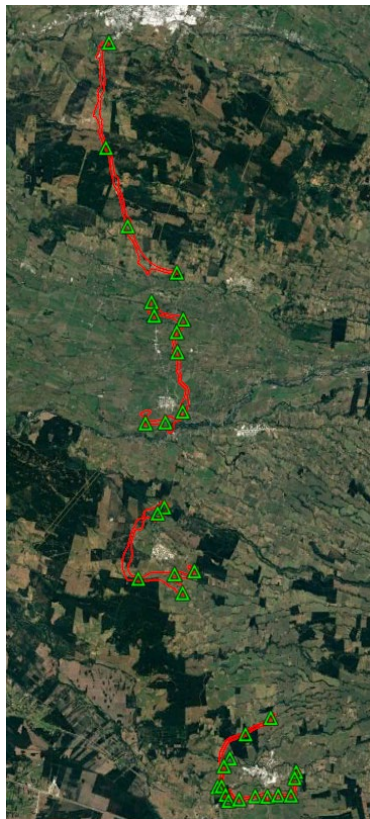
En Sistema de Transporte de Coordenadas se realizó en la primera etapa del presente estudio, en el cual se realizó una cartografía escala 1:5.000, donde se estableció una poligonal de primer orden con 4 vértices monumentados.

Como apoyo fotogramétrico, esta etapa comprendió la ubicación de los puntos fotogramétricos que serán medidos en terreno, los cuales se ingresarán dentro de los modelos estereoscópicos, los que permitirán dar consistencia al ajuste fotogramétrico (ajuste planimétrico y altimétrico), a partir del cual se obtendrán los productos requeridos por el mandante, ortofotos, curvas de nivel, etc.

Una vez identificado el área de trabajo, se selecciona algún elemento lo más claro posible desde la fotografía aérea sacada del área, este elemento posteriormente es medido con receptores GPS del tipo geodésicos, obteniéndose sus valores en X Y y Z con los cuales se realiza los ajustes fotogramétricos necesarios con los softwares respectivos.

Para la vinculación de los puntos de control se procedió a utilizar la red del Ministerio de Bienes Nacionales MBN específicamente su estación activa GPS, la cual se encuentra ubicada en el Seremi de dicha comuna (Chillán) y cuya denominación es "BN16", el Datum utilizado fue SIRGAS época 2013 Huso18 Sur UTM y Geográficas.

FIGURA N° 10.1-6
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS
RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE PUNTOS DE CONTROL



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

Dentro de las actividades señaladas en esta etapa se procedió a efectuar los siguientes trabajos:

- Planificación Terreno
- Vinculación GPS (Coordenadas de Origen)
- Tipo de Método GPS utilizado
- Apoyo Aerofotogramétrico
- DATUM y Sistema de Coordenadas

Finalmente, los productos entregados en formatos digitales, son los siguientes;

- Archivos vectoriales de restitución fotogramétrica 1:1000, en formatos DWG.
- Archivos raster de ortofotomosaico con resolución de 10 cm de píxel, en formato ECW.

10.2 Estudios de Hidrología e Hidráulica

De acuerdo al estudio realizado, a partir de los antecedentes disponibles, la hidrología del área en estudio, se ha caracterizado a un nivel más que aceptable para una preinversión, definiéndose la pluviometría y fluviometría de las cuencas aportantes; sin embargo, para un estudio definitivo se requiere realizar un análisis hidráulico con mayor profundidad y detalle.

Para los catorce puentes proyectados de la calzada poniente de la ruta N-59-Q, en el sector comprendido entre la ciudad de Chillán y la localidad de Quiriquina, se han considerado los resultados del "Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán-Yungay, Región del Biobío", elaborado por Consorcio GS-ICR TRES, el año 2014, para la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas". Dado que los puentes que se proyectan se encuentran a pocos metros aguas abajo de los puentes proyectados en el estudio de ingeniería y se consideró que el eje hidráulico del cauce disminuye de cota hacia aguas abajo, mientras que la rasante de los puentes proyectados se mantiene igual a la de los proyectados por el estudio de ingeniería.

El resto de los puentes proyectados, en su mayoría, corresponden a estructuras que se emplazan sobre tramos de canales revestidos correspondientes al canal Laja-Diguillín o canales derivados de este, para estos se ha considerado como nivel de aguas máximas, el borde superior del revestimiento y se ha considerado una revancha mínima de 1,0 m tal como se indica en el Manual de Carreteras.

Los parámetros hidráulicos estimados y adoptados para los puentes proyectados se resumen en el cuadro N° 10.2-1 siguiente.

CUADRO N° 10.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PARÁMETROS HIDRÁULICOS PARA LOS PUENTES PROYECTADOS

PUENTE	CAUCE	ALTERNATIVA	N.A.M (T=100) (m)	SOCACAVACIÓN GENERAL (m)	SOCACAVACIÓN LOCAL ESTRIBOS (m)	SOCACAVACIÓN LOCAL CEPAS (m)	SOCACAVACIÓN TOTAL ADOPTADA PARA ESTRIBOS (m)	SOCACAVACIÓN TOTAL ADOPTADA PARA CEPAS (m)
Puente N°01 Lajuelas Poniente (1)	Río Chillán	CHI-QUI-02	97,77	3,00	1,50	2,30	4,50	5,30
Puente N°02 Quilmo Poniente (1)	Estero Quilmo	CHI-QUI-02	86,91	1,00	1,40	---	2,40	---
Puente N°03 Larqui Poniente (1)	Río Larqui	CHI-QUI-02	114,17	1,30	1,50	---	2,80	---
Puente N°04 Meco Poniente (1)	Estero Meco	CHI-QUI-02	127,45	1,00	1,30	---	2,30	---
Puente N° 21 (2)	Canal Diguillín	QUI-PUS-01	198,35	---	---	---	---	---
Puente N° 22 (2)	Canal Diguillín	QUI-PUS-01	203,45	---	---	---	---	---
Puente N° 33 (2)	Ramal Canal Diguillín	PEM-02	219,91	---	---	---	---	---
Puente N° 36 (2)	Ramal Canal Diguillín	PEM-07	219,89	---	---	---	---	---
Puente N° 34 (2)	Canal Diguillín	PEM-07	217,22	---	---	---	---	---
Puente N° 43 (2)	Canal Diguillín	YUN-02	239,45	---	---	---	---	---
Puente N° 42	Río Trilaleo	YUN-02	218,40	1,00	1,00	---	2,00	---
Puente N° 47 (2)	Canal Diguillín	YUN-02	246,18	---	---	---	---	---
Puente N°40	Estero San José	YUN-07	286,83	1,00	1,00	---	2,00	---
Puente N°48 (2)	Canal Diguillín	YUN-07	246,45	---	---	---	---	---

Notas:

(1) Parámetros adoptados del estudio de ingeniería del año 2014.

(2) Parámetros estimados de acuerdo al borde superior del revestimiento del canal. Debido a que los canales están revestidos no consideró socavación.

Fuente: Elaboración Propia.

10.3 Geotecnia

Todo lo referente a mecánica de suelos, específicamente calicatas y sondajes, fueron recopilados del "Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán-Yungay, Región del Biobío", elaborado por el Consorcio GS-ICR TRES, el año 2014, para la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas".

11.- ANTEPROYECTOS

11.1 Generalidades

El presente capítulo, tiene como principal objetivo el de llevar a nivel de anteproyecto a las alternativas que fueron seleccionadas en el proceso de evaluación preliminar.

En definitiva, las alternativas seleccionadas por la evaluación preliminar, fueron las siguientes:

- **CHI-QUI-02** (doble calzada entre Chillán Viejo y la Variante San Ignacio).
- **QUI-PUS-01** (by-pass emplazado al oriente de ambas localidades, para los flujos norte-sur).
- **PEM-02** (by-pass emplazado al poniente de la localidad de Pemuco, para los flujos norte-sur).
- **PEM-04** (corresponde a la implementación simultánea de las alternativas PEM-02 y PEM-07).
- **PEM-07** (conexión oriente-poniente, emplazada al sur de la localidad de Pemuco).
- **YUN-02** (by-pass emplazado al poniente de la localidad de Pemuco, para los flujos norte-sur).
- **YUN-07** (conexión oriente-poniente, emplazada al sur de la localidad de Yungay).

Para cada una de las alternativas mencionadas, se desarrollaron los anteproyectos del caso, sobre una restitución aerofotogramétrica escala 1:1.000, con apoyo terrestre y curvas de nivel cada 1,0 m.

En definitiva, se desarrollaron los siguientes anteproyectos:

- **Anteproyecto de Diseño Geométrico** (análisis de las geometrías en planta y alzado).
- **Anteproyecto de Seguridad Vial**
- **Anteproyecto de Estructuras y Puentes**
- **Anteproyecto de Expropiaciones**

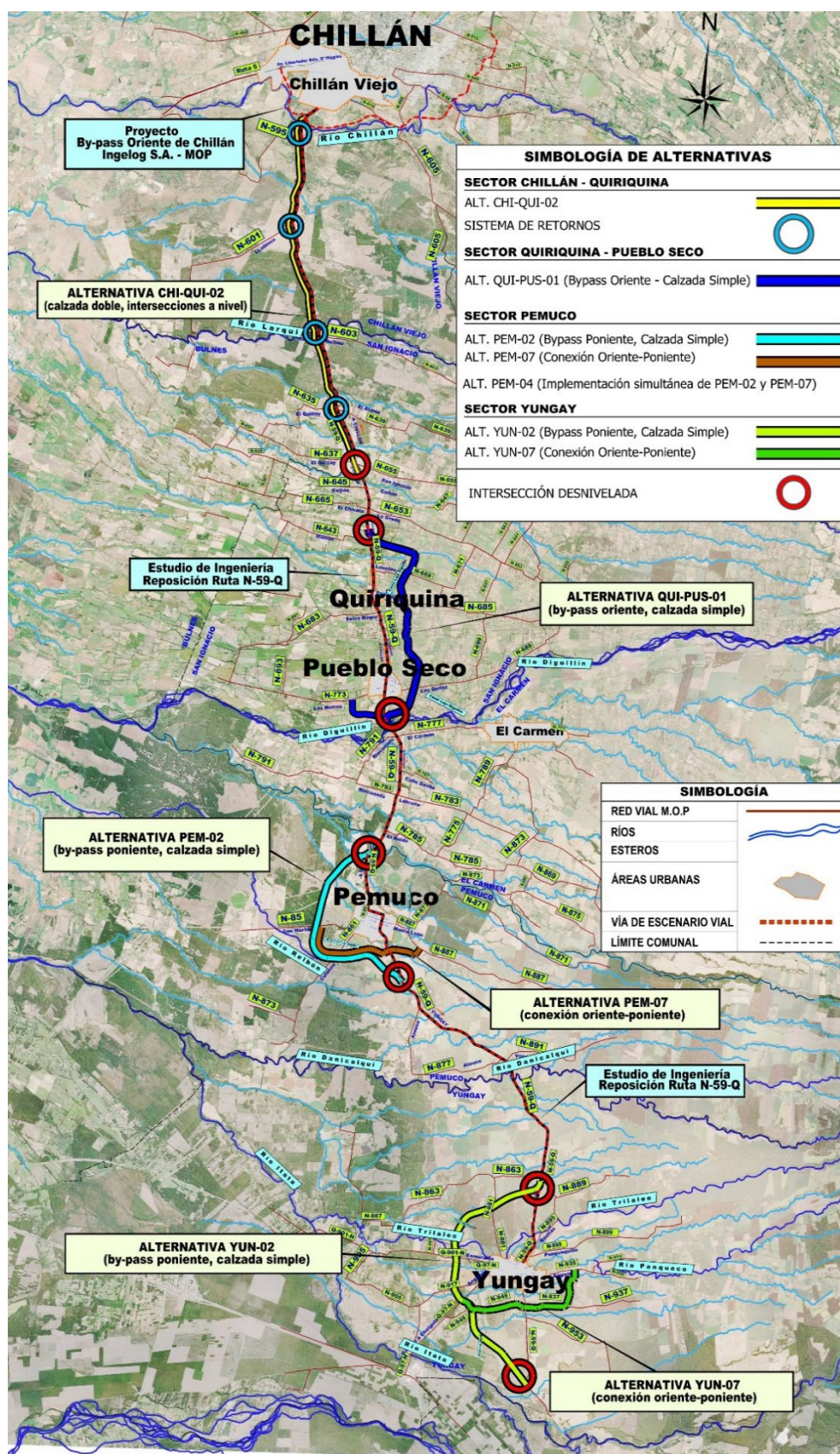
Las siete alternativas de anteproyecto, se emplazan en las localidades de Chillán Viejo - Quiriquina, Quiriquina - Pueblo Seco, Pemuco y Yungay, de ahí la denominación de cada una de ellas, en que se consideran las abreviaciones de las localidades por donde discurren.

Cabe señalar que para toda la Ruta N-59-Q, entre Chillán Viejo y Yungay, se considera como **condición de borde** la reposición de la calzada existente según las consideraciones establecidas en el estudio de ingeniería "Reposición Ruta N-59-Q" desarrollado por GS Ingeniería el año 2016, que se encuentra en proceso de implementación. Vale decir, para todo efecto práctico, se consideran implementadas las soluciones establecidas en el proyecto anterior.

En la figura N° 11.1-1 siguiente, se identifican los trazados de las alternativas de anteproyectos en un contexto territorial. Asimismo, se ilustran los diferentes proyectos en vías de implementación, hacia los cuales los trazados generan conexiones.

En los puntos siguientes se identifican los trazados geométricos, sus restricciones y parámetros.

FIGURA Nº 11.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
LOCALIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS SUJETAS A ANTEPROYECTO



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

11.2 Anteproyectos Viales

11.2.1 Anteproyecto Vial, Alternativa CHI-QUI-02

La Alternativa CHI-QUI-02 se ubica entre las localidades de Chillán Viejo y Quiriquina, y se remite al mejoramiento de la Ruta N-59-Q, presentando una longitud total de 17,59 km.

El trazado de esta alternativa contempla la incorporación de un **perfil tipo, de doble calzada y mediana central**. La mayor parte de las intersecciones presentes en el tramo, dado su bajo nivel de flujo, se consideran a nivel, proponiéndose para ellas sistemas de retornos que permiten una operación segura. Tan solo en la intersección de la Ruta N-59-Q con la Ruta N-655 (Dm 17600), Camino a San Ignacio, se propone **una solución a desnivel**, dado el alto nivel de flujo existente en el cruce. Cabe destacar que la continuidad de la vía, a diferencia de las alternativas preliminares, se otorga hacia la localidad de Quiriquina. Lo anterior debido fundamentalmente a que en esta etapa ya no se considera el estudio a nivel de anteproyecto de la alternativa de corredor interior y necesariamente la vía debe de otorgar conectividad hacia las mejoras que se proponen como by-pass a Quiriquina.

En particular esta alternativa, considera como condición de borde las soluciones proyectadas en los siguientes estudios de ingeniería de detalle, que se encuentran en etapa de implementación:

- Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, GS Proyectos de Ingeniería S.A-MOP.
- Proyecto de By-Pass Oriente de Chillán, Ingelog S.A.- MOP.

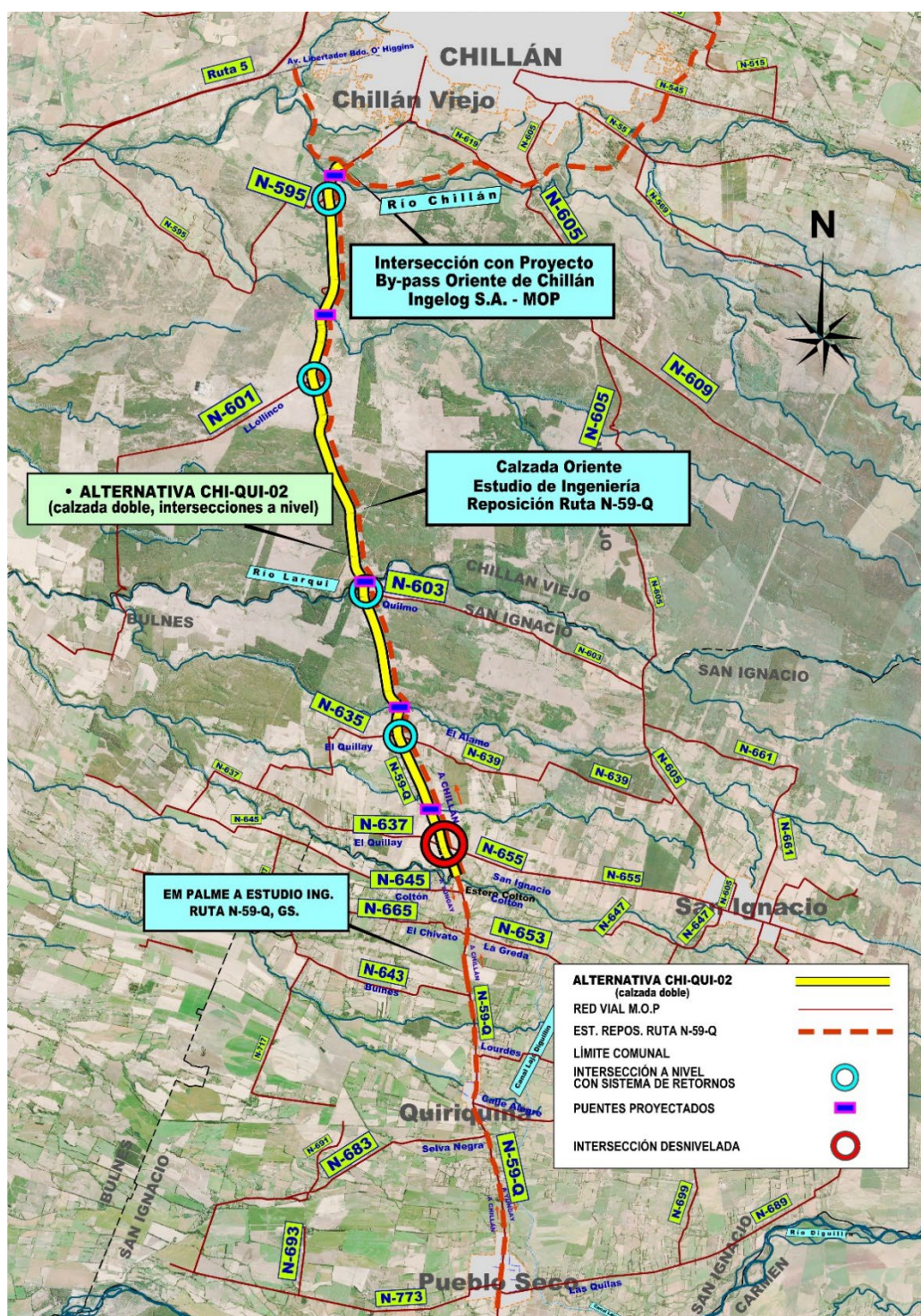
Sobre la base de lo expuesto anteriormente, la Alternativa CHI-QUI 02 consiste en:

- Generación de una **segunda calzada**, paralela al trazado que propone el estudio de "Reposición de la Ruta N-59-Q", manteniendo las obras propuestas en la mayor parte de su desarrollo.
- Proposición de una **solución a desnivel** en la intersección de la Ruta N-59-Q con la Ruta N-655 Camino a San Ignacio y la Ruta N-637 El Quillay.
- Proposición de cruces con el resto de las rutas enroladas, mediante el diseño de sistemas de retornos a nivel con iluminación vial. Lo anterior, particularmente en las intersecciones:
 - . Cruce Ruta N-59-Q con Ruta N-595
 - . Cruce Ruta N-59-Q con Ruta N-601
 - . Cruce Ruta N-59-Q con Ruta N-603
 - . Cruce Ruta N-59-Q con Ruta N-635 y Ruta N-639
 - . Cruce Ruta N-59-Q con Ruta N-637 y Ruta N-655
- Incorporación de nuevos puentes sobre los ríos Chillán, estero Quilmo, río Larqui y estero Meco.
- Incorporación de paraderos y bahías de buses en la nueva calzada.
- Incorporación de pasarelas peatonales en sectores donde se han detectado movimientos peatonales relevantes.
- Seguridad vial acorde con el estándar de la ruta y dispositivos especiales como defensas camineras tipo F Alta en la mediana central.

De acuerdo a los requerimientos de diseño, es que se consideran pavimentos nuevos donde se proponen modificaciones al trazado de las soluciones recomendadas por el "Estudio de Reposición de la Ruta N-59-Q", principalmente en los sectores donde se diseñan los sistemas de retornos. En general, se mantienen todos los pavimentos nuevos propuestos por el estudio de reposición. Asimismo, se mantienen todos los puentes proyectados en dicho estudio, agregando nuevos puentes en los cauces respectivos.

En la figura N° 11.2-1 siguiente, se ilustra el anteproyecto de la Alternativa CHI-QUI-02 en su contexto territorial.

FIGURA Nº 11-2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LA ALTERNATIVA CHI-QUI-02 EN SU CONTEXTO TERRITORIAL



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

El perfil tipo de esta alternativa de anteproyecto, establece dos calzadas unidireccionales, con dos pistas por sentido de circulación de 3,5 m de ancho cada una. Asimismo, considera bermas exteriores de 2,0 m de ancho a cada lado, senda multipropósito a nivel de calzada por el lado poniente (nuevas), cunetas revestidas en los sectores de corte, y S.A.P. de 1,0 m. A lo largo de todo el trazado, a excepción de los cruces, se considera una mediana central de 3,0 m de ancho mínimo y 18,0 m mínimos en sectores con sistema de retornos.

Este perfil contempla una carpeta de pavimento asfáltico y bombeo de las calzadas de 2,5%. Cabe mencionar que la sección presenta anchos de faja variables debido a la existencia de cortes y terraplenes, los cuales pueden ir entre los 44,0 m a los 90,0 m de ancho, aproximadamente.

Los perfiles tipo diseñados se ilustran en las figuras N° 11.2-2 a N° 11.2-4 siguientes.

FIGURA N° 11.2-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CALZADA DOBLE CON MEDIANA CENTRAL

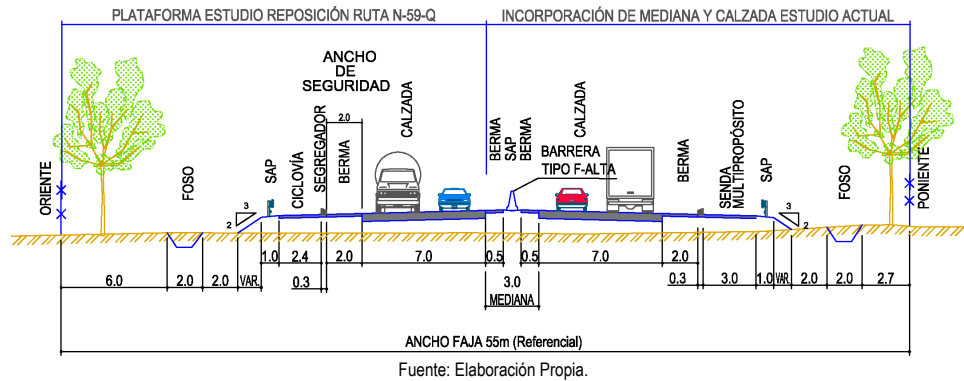


FIGURA N° 11.2-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CALZADA DOBLE CON MEDIANA CENTRAL EN SECTOR CON SISTEMAS DE RETORNOS

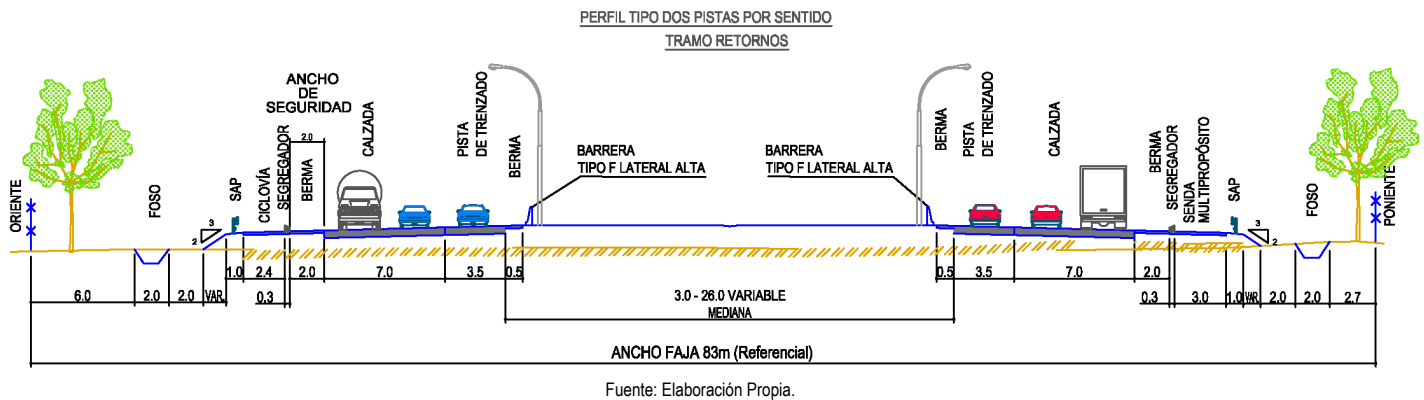
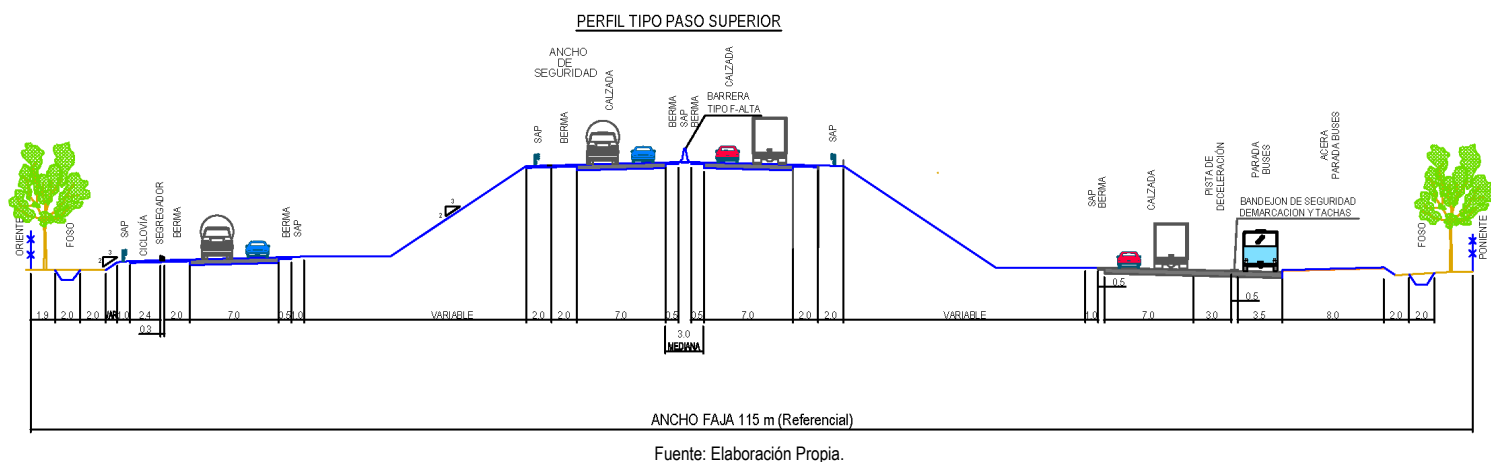


FIGURA N° 11.2-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CALZADA DOBLE CON MEDIANA CENTRAL EN SECTOR DE PASO SUPERIOR ENLACE DIAMANTE CAMINO A SAN IGNACIO Y EL QUILLAY.



11.2.2 Anteproyecto Vial, Alternativa QUI-PUS-01

La Alternativa QUI-PUS-01 corresponde al by-pass que aborda simultáneamente las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco. Esta alternativa presenta una longitud total de 13,84 km (11,604 + 2,234 km) y se desarrolla mayoritariamente por el sector oriente de las mencionadas localidades. Por otra parte, se considera una conexión marginal en sentido oriente-poniente, que tiene una longitud de 2,23 km. Su trazado se desarrolla por el sector sur de la localidad de Pueblo Seco.

Esta alternativa considera **soluciones a desnivel** tanto al inicio del by-pass como en su punto de remate al retornar a la Ruta N-59-Q, localizándose específicamente en los Dm 280 y Dm 11.200 del eje vial del by-pass. En definitiva, los cruces desnivelados serían:

- By-Pass Quiriquina - Pueblo Seco, Cruce Norte con N-59-Q, Solución a Desnivel (superior).
- By-Pass Quiriquina - Pueblo Seco, Cruce Norte con N-59-Q, Solución a Desnivel (superior).

Por otro lado, el trazado de esta alternativa contempla la incorporación de un perfil tipo que contempla calzada simple e intersecciones a nivel con las rutas enroladas, a excepción de los dos desniveles descritos en el párrafo anterior.

Cabe señalar, que el diseño propuesto considera su enlace con los diseños propuestos en el estudio de reposición "Estudio de Ingeniería Reposición de la Ruta N-59-Q", el cual se encuentra en vías de implementación.

En definitiva, la Alternativa CHI-QUI 02 considera los siguientes elementos:

- **Generación de un by-pass** simultáneo a las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco, realizándose aperturas por los fondos prediales de terrenos agrícolas en todo su desarrollo.
- Incorporación de nueva conexión oriente-poniente de 2,52 km por el sur de Pueblo Seco, la cual conecta el by-pass oriente con la Ruta N-773 Los Notros, por el poniente.
- **Intersecciones a desnivel** en los kilometrajes Dm 280 y Dm 11.200.
- Incorporación de dos nuevos puentes sobre el canal Laja-Diguillín.
- Seguridad vial acorde con el estándar de la ruta.
- Incorporación de senda multipropósito con separadores físicos y distancias laterales de seguridad.

De acuerdo a los requerimientos de diseño, es que se consideran pavimentos nuevos a lo largo de todo el trazado.

En la figura N° 11.2-5 siguiente, se ilustra el anteproyecto de la Alternativa QUI-PUS-01 en su contexto territorial.

FIGURA N° 11-2-5
EMPLAZAMIENTO DE LA ALTERNATIVA QUI-PUS-01 EN SU CONTEXTO TERRITORIAL

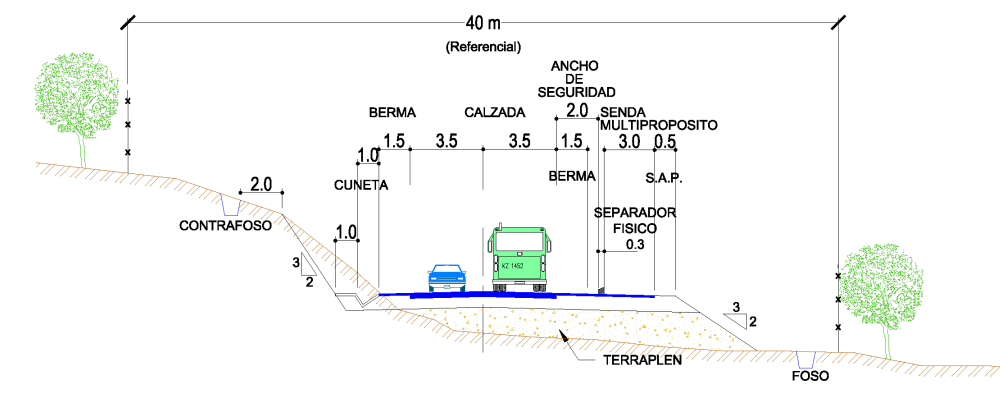


Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

Los perfiles tipo de esta alternativa de anteproyecto, establecen una calzada bidireccional de una pista según sentido de circulación, de 3,5 m de ancho cada una, con bermas exteriores de 1,5 m de ancho a cada lado, senda multipropósito a nivel de calzada con distancia de seguridad de 2,0 m y separadores físicos tipo solera montable, cunetas revestidas en los sectores de corte, y S.A.P. de 0,5 m. Estos perfiles contemplan una carpeta de pavimento asfáltico y bombeo de las calzadas de 2,5%. Cabe mencionar que la sección presenta anchos de faja variables debido a la existencia de cortes y terraplenes, los cuales pueden ir entre los 37,0 m y los 50,0 m de ancho aproximadamente.

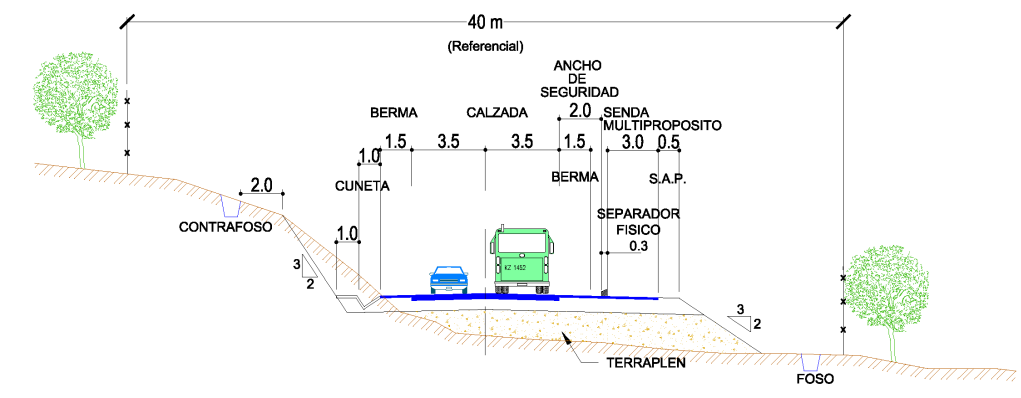
Los perfiles tipo diseñados se ilustran en las figuras N° 11.2-6 y N° 11.2-7 adjuntas, tanto para el by-pass de ambas localidades (para los flujos norte-sur) como para la conexión oriente-poniente.

FIGURA N° 11.2-6
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CALZADA QUI-PUS 01 BYPASS



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

FIGURA N° 11.2-7
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO CALZADA QUI-PUS 01 CONEXIÓN ORIENTE-PONIENTE



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

11.2.3 Anteproyecto Vial, Alternativa PEM-02

La Alternativa PEM-02 se ubica en la localidad de Pemuco. Esta alternativa presenta una longitud total de 10,44 km y se desarrolla por el sector poniente de Pemuco generando un by-pass para los flujos norte-sur, de tal forma de evitar su paso por los sectores netamente urbanos de Pemuco.

Esta alternativa presenta **dos intersecciones a desnivel**, localizadas específicamente en los Dm 220 y Dm 9935 o Dm 11.150 del eje vial del by-pass con el "Estudio de Reposición de la ruta N-59-Q". Ellas son:

- By-Pass Pemuco, Cruce Norte con N-59-Q, Solución a Desnivel (inferior).
- By-Pass Pemuco, Cruce Sur con N-59-Q, Solución a Desnivel (superior).

Por otro lado, el perfil tipo de esta alternativa contempla la incorporación de un perfil tipo con calzadas simples con intersecciones a nivel en todos los cruces con caminos enrolados, a excepción de los dos cruces antes mencionados y senda multipropósito a nivel de calzada.

Asimismo, cabe señalar que el diseño propuesto considera como parte fundamental los trazados realizados en el "Estudio de Ingeniería Reposición de la Ruta N-59-Q", sobre los cuales se realizan nuevas intersecciones en sus empalmes para dar compatibilidad a los diseños.

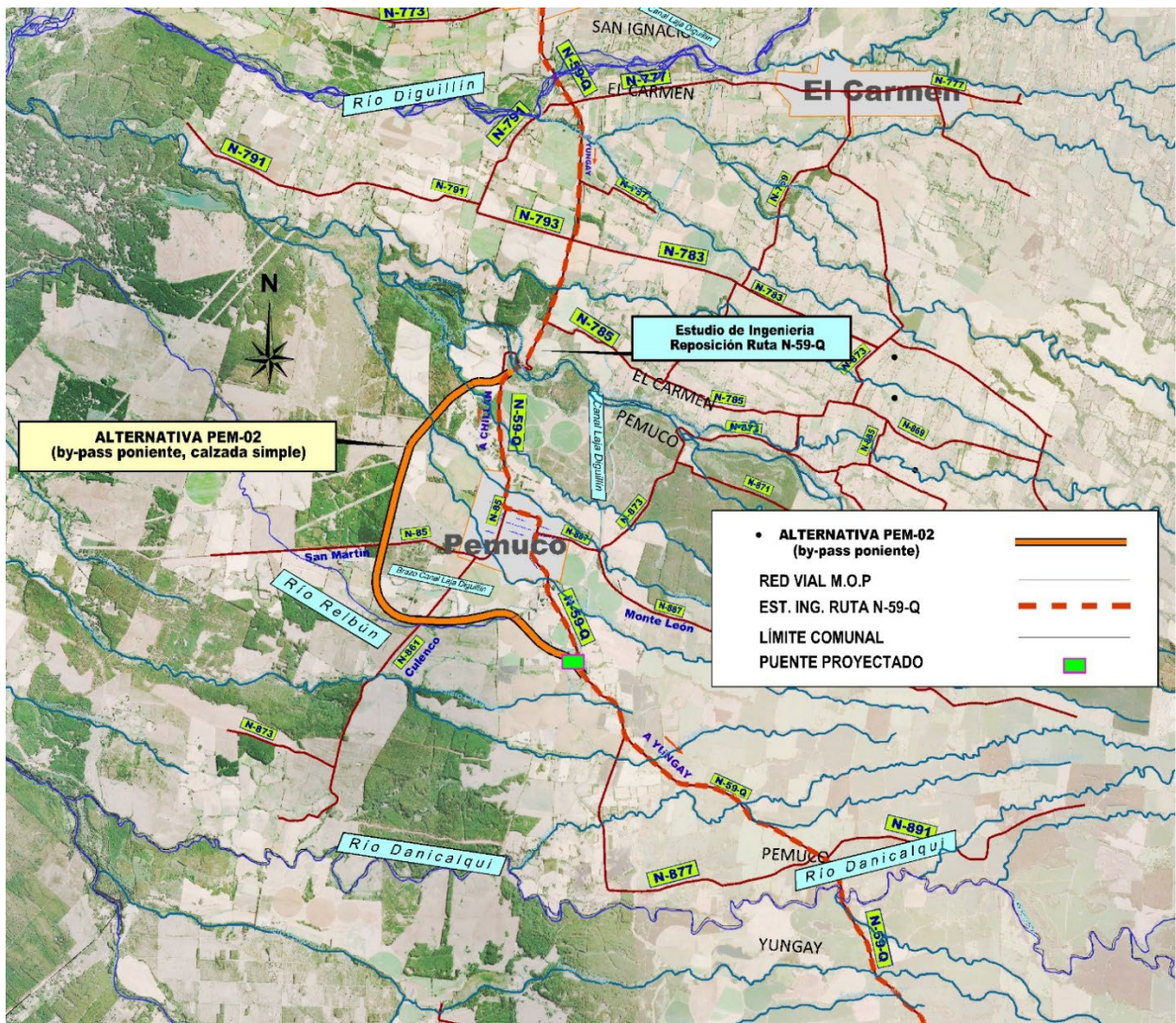
Sobre la base de lo expuesto anteriormente, la Alternativa PEM-02 considera los siguientes elementos:

- Generación de **un by-pass emplazado al poniente** a la localidad de Pemuco para los flujos norte-sur. Se materializa mediante la apertura de los fondos prediales de terrenos agrícolas en todo su desarrollo.
- Generación de nuevas intersecciones en las conexiones con la Ruta N-59-Q, según el trazado considerado por el estudio de "Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q".
- **Intersecciones a desnivel** en los kilómetros Dm 220 y Dm 11.150.
- Generación de intersecciones a nivel con las rutas N-85 San Martín y N-861 Culenco.
- Incorporación de un nuevo puente sobre el canal Laja-Diguillín.
- Seguridad vial acorde con el estándar de la ruta.
- Incorporación de senda multipropósito con separadores físicos y distancias de seguridad.

De acuerdo a los requerimientos de diseño, es que se consideran pavimentos nuevos a lo largo de todo el trazado.

En la figura N° 11.2-8 siguiente, se ilustra el anteproyecto de la Alternativa PEM-02 en su contexto territorial.

FIGURA N° 11.2-8
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LA ALTERNATIVA PEM-02 EN SU CONTEXTO TERRITORIAL

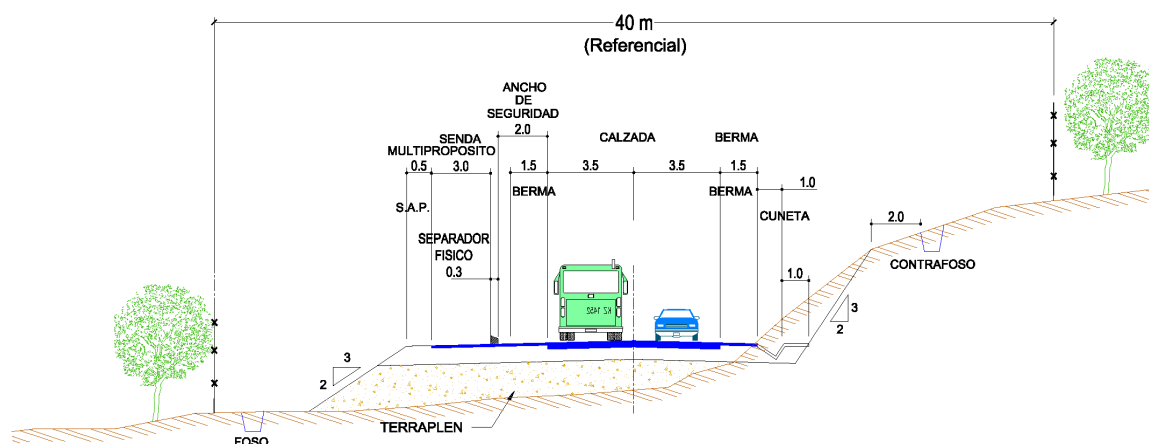


Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

Los perfiles tipo de esta alternativa de anteproyecto, consideran una calzada bidireccional con una pista según sentido de circulación de 3,5 m de ancho cada una, bermas exteriores de 1,5 m de ancho a cada lado, senda multipropósito a nivel de calzada con distancia de seguridad de 2,0 m y separadores físicos tipo solera montable intercalada cada 1,0 m, cunetas revestidas en los sectores de corte, y S.A.P. de 0,5 m. Estos perfiles contemplan una carpeta de pavimento asfáltico y bombeo de las calzadas de 2,5%. Cabe mencionar que la sección presenta anchos de faja variables debido a la existencia de cortes y terraplenes, los cuales pueden ir entre 37,0 m y 50,0 m de ancho aproximadamente.

Los perfiles tipo diseñados se ilustran en la figura N° 11.2-9 adjunta.

FIGURA N° 11.2-9
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO BIDIRECCIONAL CON CALZADA SIMPLE Y SENDA MULTIPROPÓSITO A NIVEL DE CALZADA



Fuente: Elaboración Propia.

11.2.4 Anteproyecto Vial, Alternativa PEM-04

Esta alternativa se remite a la implementación simultánea de las alternativas PEM-02 y PEM-07, considerándose el efecto de superposición de ellas en un tramo no menor (3,51 km). De esta forma, es evidente que el monto de inversión de la Alternativa PEM-04 es menor a la suma directa de las alternativas PEM-02 y PEM-07. En definitiva, la Alternativa PEM-04 contempla una longitud total de 13,46 km.

Dado que la presente alternativa corresponde a una combinación de otras dos alternativas, no se reportan proyectos específicos para ella, remitiéndose necesariamente a los proyectos desarrollados en el contexto de las alternativas PEM-02 y PEM-07.

11.2.5 Anteproyecto Vial, Alternativa PEM-07

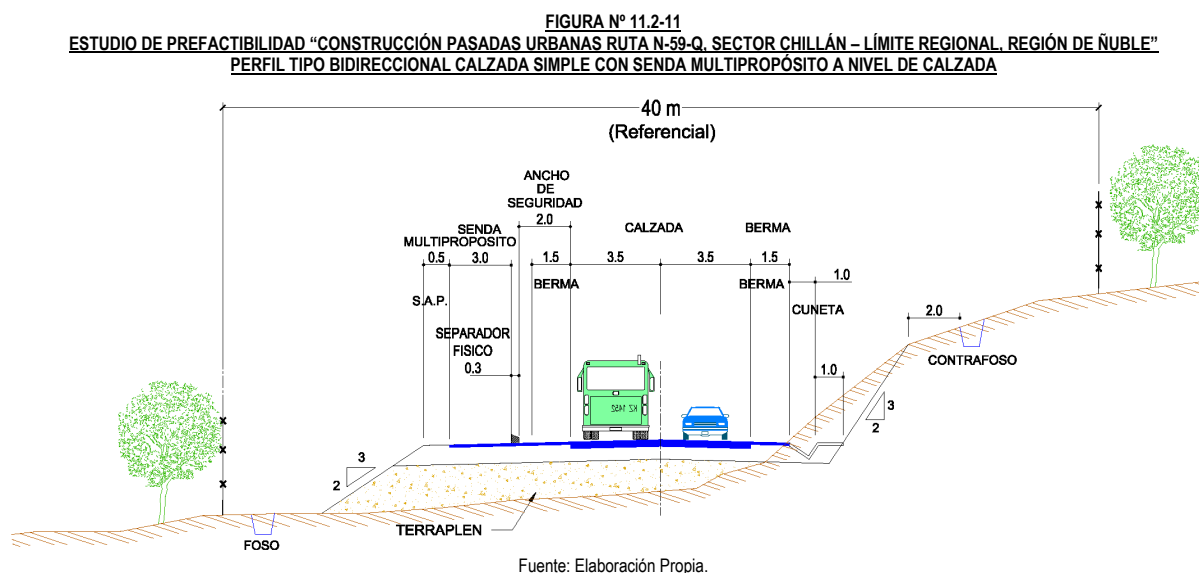
La Alternativa PEM-07 consiste en una conexión en sentido oriente-poniente, emplazada al sur de la localidad de Pemuco y que presenta una longitud total de alternativa de 6,53 km. Tiene como principal propósito acoger al flujo que se desplaza en sentido oriente-poniente y que actualmente circula por los sectores céntricos de la localidad de Pemuco.

El trazado de esta alternativa contempla la incorporación de un perfil tipo con calzadas simples, con intersecciones a nivel y senda multipropósito a nivel de calzada.

Asimismo, cabe señalar que el diseño propuesto considera como parte fundamental los trazados propuestos por el estudio de reposición "Estudio de Ingeniería Reposición de la Ruta N-59-Q", sobre los cuales se realizan nuevas intersecciones en sus empalmes, para otorgar compatibilidad a los diseños.

Los perfiles tipo de esta alternativa de anteproyecto, establecen una calzada bidireccional con una pista según sentido de circulación de 3,5 m de ancho cada una, bermas exteriores de 1,5 m de ancho a cada lado, senda multipropósito a nivel de calzada con distancia de seguridad laterales de 2,0 m y separadores físicos tipo solera montable intercaladas cada 1,0 m, cunetas revestidas en los sectores de corte, y S.A.P. de 0,5 m. Estos perfiles contemplan una carpeta de pavimento asfáltico y bombeo de las calzadas de 2,5%. Cabe mencionar que la sección presenta anchos de faja variables debido a la existencia de cortes y terraplenes, los cuales pueden ir entre 37,0 y 50,0 m de ancho aproximadamente.

Los perfiles tipo diseñados se ilustran en la figura N° 11.2-11.



11.2.6 Anteproyecto Vial, Alternativa YUN-02

La Alternativa YUN-02 corresponde a un by-pass emplazado al poniente de la localidad de Yungay, cuyo objetivo es atraer hacia él el flujo que discurre en sentido norte-sur y que en la actualidad se desplaza por el interior de los sectores urbanos de la localidad de Yungay. Esta alternativa presenta una longitud total de alternativa de 13,15 km. Al igual que para todas las alternativas anteriores, las soluciones fueron desarrolladas a escala 1:1.000. Para este caso particular cabe señalar que los últimos tres kilómetros en su remate sur, corresponden a una cartografía escala 1:1.000 recopilada, que fue ejecutada en el contexto de las obras asociadas al Canal Laja-Diguillín.

Esta alternativa considera **cruces desnivelados** en su inicio y en su punto de remate, específicamente en los kilometrajes Dm 370 y Dm 12.840 del eje vial del by-pass. Ellos son:

- By-Pass Yungay, Cruce Norte con Ruta N-59-Q, Solución a Desnivel (superior)
- By-Pass Yungay, Cruce Sur con Ruta N-59-Q, Solución a Desnivel (superior)

El trazado de esta alternativa contempla la incorporación de un perfil tipo interurbano en todo su desarrollo, con calzadas simple e intersecciones a nivel (a excepción de las dos mencionadas en el párrafo anterior) con senda multipropósito a nivel de calzada.

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, la alternativa YUN-02 considera los siguientes elementos:

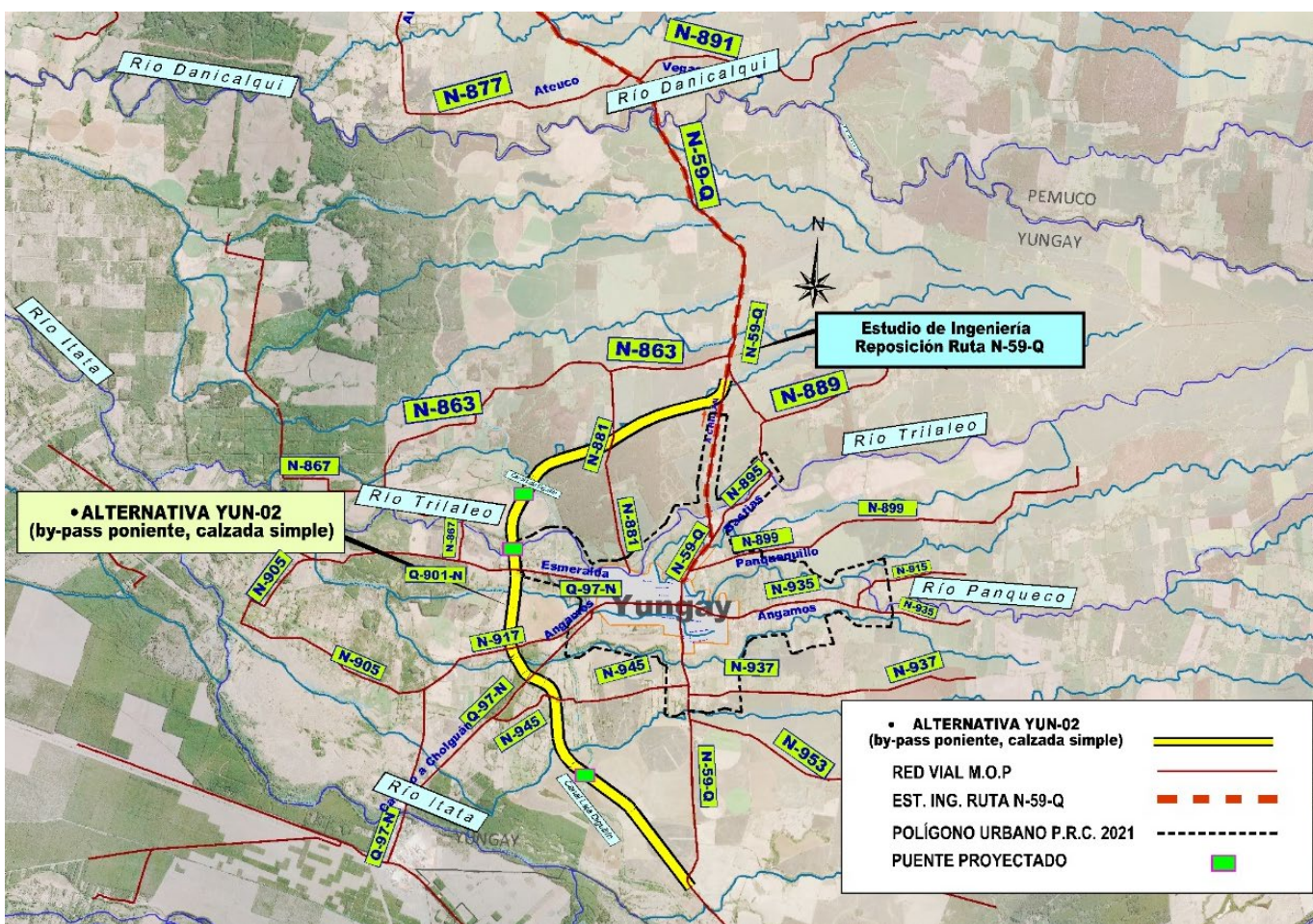
- Generación de un **by-pass emplazado al poniente** de la localidad de Yungay, inmediatamente afuera del radio urbano contemplado por el Plan Regulador Comunal en estudio. Este by-pass se consolida generando aperturas a través de los fondos prediales agrícolas.

- Generación de una nueva intersección en la Ruta N-59-Q, según el emplazamiento propuesto en el proyecto de reposición desarrollado en el contexto del "Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q", al norte de Yungay.
- **Intersecciones a desnivel** en las intersecciones Dm 370 y Dm 12.840.
- Generación de intersecciones a nivel con las rutas Q-901-N (Esmeralda), N-917 (Angamos), Q-97-N (Camino a Cholguán), N-945 y por el sur de Yungay con la actual Ruta N-59-Q.
- Incorporación de dos nuevos puentes sobre el Río Trilaleo y canal Laja-Diguillín (2).
- Seguridad vial acorde con el estándar de la ruta.
- Incorporación de senda multipropósito con separadores físicos y distancias laterales de seguridad.

De acuerdo a los requerimientos de diseño, es que se consideran pavimentos nuevos a lo largo de todo el trazado.

En la figura N° 11.2-12 siguiente, se ilustra el anteproyecto de la Alternativa YUN-02.

FIGURA N° 11.2-12
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LA ALTERNATIVA YUN-02 EN SU CONTEXTO TERRITORIAL



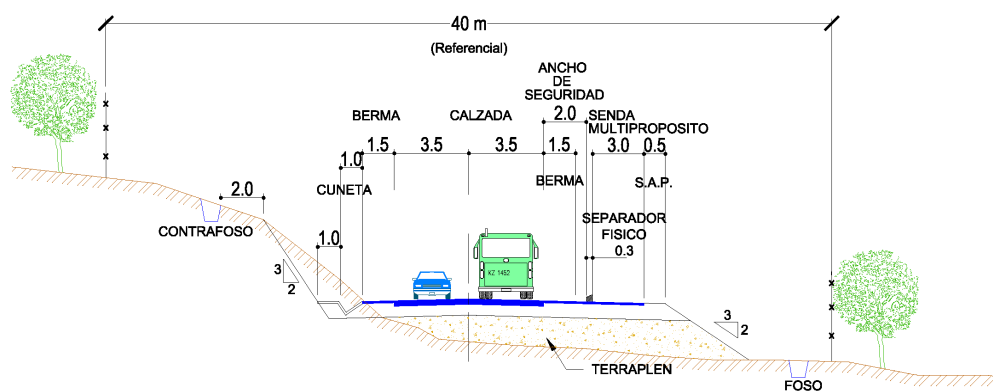
En base a los antecedentes disponibles a la fecha, el diseño de esta alternativa considera la implementación de un nuevo polígono que define el área urbana propuesta en el Plan Regulador de la ciudad de Yungay, el cual se encuentra en desarrollo. Por este motivo, el trazado desarrollado generó un desplazamiento hacia el poniente de la Alternativa YUN-02, con el fin de generar un trazado que discurriera íntegramente por sectores interurbanos, a modo de resguardar su carácter durante todo el horizonte de evaluación del proyecto.

Los perfiles tipo de esta alternativa de anteproyecto, establecen una calzada bidireccional con una pista según sentido de circulación de 3,5 m de ancho cada una, bermas exteriores de 1,5 m de ancho a cada lado, senda multipropósito a nivel de calzada con distancia de seguridad de 2,0 m y separadores físicos tipo solera montable intercalada cada 1 m, cunetas revestidas en los sectores de corte y S.A.P. de 0,5 m.

Estos perfiles contemplan una carpeta de pavimento asfáltico y bombeo de las calzadas de 2,5%. Cabe mencionar que la sección presenta anchos de faja variables debido a la existencia de cortes y terraplenes, los cuales pueden ir entre 37,0 m y 50,0 m de ancho aproximadamente.

Los perfiles tipo diseñados se ilustran en la figura N° 11.2-13 adjunta.

FIGURA N° 11.2-13
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO BIDIRECCIONAL CALZADA SIMPLE



11.2.7 Anteproyecto Vial, Alternativa YUN-07

La Alternativa YUN-07 considera una conexión oriente-poniente, de 6,86 km de longitud y emplazada en los sectores sur de la localidad de Yungay. Su objetivo básico es acoger al flujo que circula en sentido oriente-poniente, particularmente hacia y desde el Camino a Cholguán, que actualmente circula por los sectores céntricos y netamente urbanos de Yungay.

El trazado de esta alternativa contempla la incorporación de un perfil tipo de calzada simple con intersecciones a nivel y senda multipropósito a nivel de calzada.

Cabe destacar, que esta alternativa emplea parte de caminos enrolados, específicamente las rutas N-937 y N-945, lo que redundará en menores costos de inversión. Asimismo, parte en la calle Angamos, en las cercanías del Pasaje Las Golondrinas (única referencia existente), desplazándose por vías existentes, terrenos municipales, terrenos agrícolas y las rutas enroladas antes mencionadas, hasta rematar en el Camino a Cholguán. Cabe destacar que el Plan Regulador bajo estudio, contempla la reserva de la faja correspondiente al presente proyecto.

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, la alternativa YUN-07 considera los siguientes elementos:

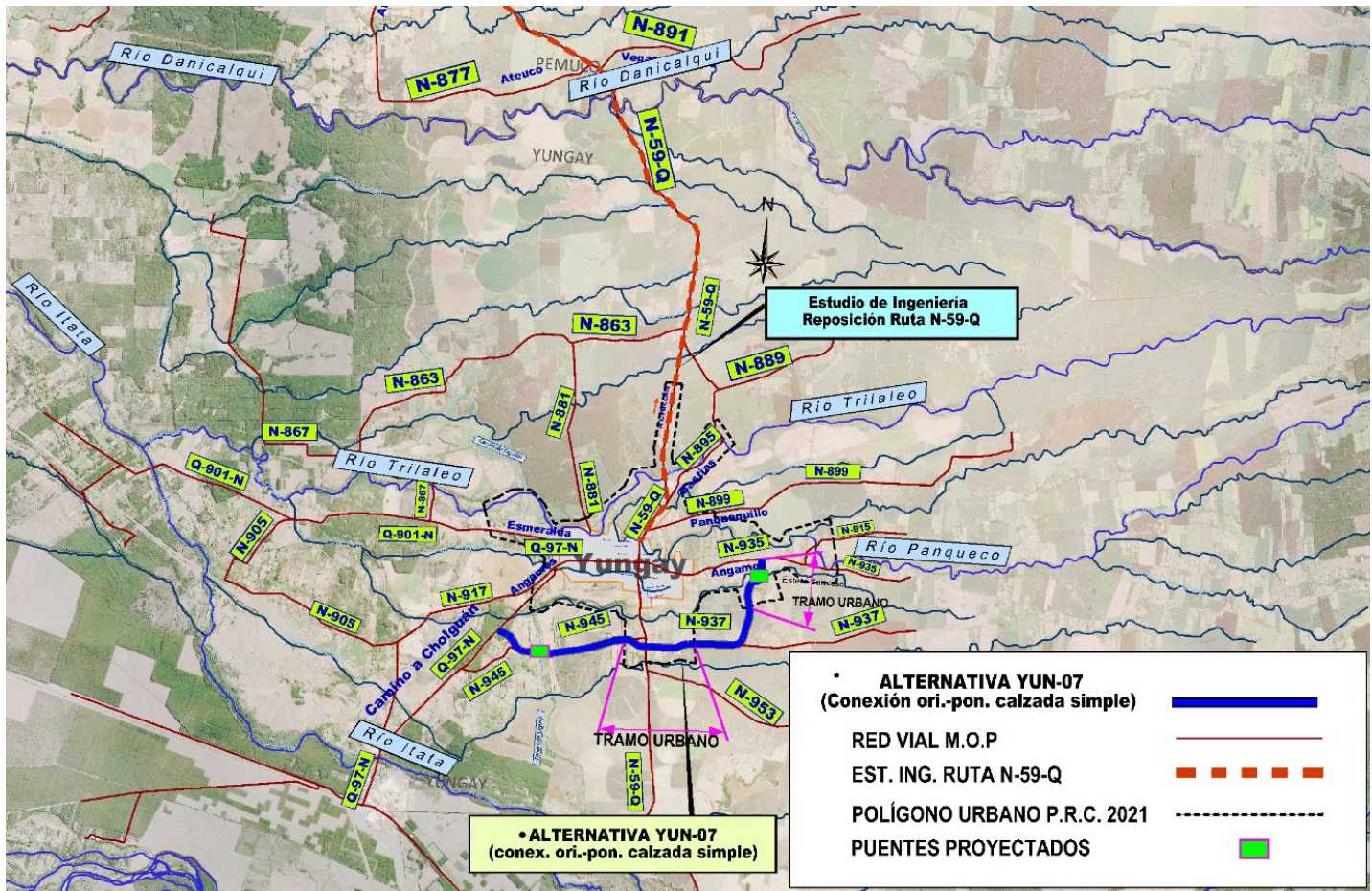
- Generación de una **conexión oriente-poniente** por el sur de localidad de Yungay, con la cual se conectan las rutas N-935 Angamos, con la ruta Q-97-N Camino a Cholguán, a través del uso de la faja existente de la Ruta N-945.
- Generación de intersecciones a nivel con las rutas N-935 Angamos, N-937, N-59-Q, N-945 y Q-97-N Camino a Cholguán.
- Incorporación de dos nuevos puentes sobre el estero San José y canal Laja-Diguillín.
- Seguridad vial acorde con el estándar de la ruta.
- Incorporación de senda multipropósito con separadores físicos y distancias laterales de seguridad.

- En los tramos urbanos Dm 0,00 a Dm 1.100 y Dm 2.640 a Dm 4.198, la sección tipo incorpora soleras por ambos bordes, senda multipropósito a nivel de calzada y veredas de hormigón por ambos lados de la calzada, además de la incorporación de cuellos de hormigón en los pasajes que interceptan a la vía principal. En la siguiente figura, se ilustra la ubicación territorial de los tramos urbanos de esta alternativa.

De acuerdo a los requerimientos de diseño, es que se consideran pavimentos nuevos a lo largo de todo el trazado.

En la figura N° 11.2-14 siguiente, se ilustra el emplazamiento de la Alternativa YUN-07.

FIGURA N° 11-2-14
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LA ALTERNATIVA YUN-07 EN SU CONTEXTO TERRITORIAL



Fuente: Elaboración Propia en base a imagen de Google Earth.

El perfil tipo urbano de esta alternativa de anteproyecto, contempla un ancho mínimo de 15,7 m en los sectores consolidados, el cual considera un pavimento ancho de 8,0 m el cual contempla la demarcación de calzada a los 7,0 generando retranqueos laterales de 0,5 m a cada lado. Asimismo, se incorpora senda multipropósito a nivel de calzada con separador solera montable intercalada cada 1m. Además de aceras de 3,0 por el lado contrario a la ciclovía, y de 2,0 m por el lado de ésta.

El perfil tipo interurbano de esta alternativa de anteproyecto, establece una calzada bidireccional con una pista según sentido de circulación de 3,5 m de ancho cada una, bermas exteriores de 1,5 m de ancho a cada lado, senda multipropósito a nivel de calzada con distancia de seguridad de 2,0 m y separadores físicos tipo solera montable intercalada cada 1,0 m, cunetas revestidas en los sectores de corte y S.A.P. de 0,5 m. Estos perfiles contemplan una carpeta de pavimento asfáltico y bombeo de las calzadas de 2,5%. Cabe mencionar que la sección presenta anchos de faja variables debido a la existencia de cortes y terraplenes, los cuales pueden ir entre 37,0 m y 40,0 m de ancho aproximadamente en los tramos interurbanos. Por otro lado, en los tramos urbanos, el ancho total del perfil es de 15,7 m mínimos en los sectores consolidados, y de 20,0 m de ancho de la faja donde no existen construcciones.

Los perfiles tipo diseñados se ilustran en la figura N° 11.2-15 y N° 11.2-16 adjuntas.

FIGURA N° 11.2-15
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO URBANO BIDIRECCIONAL CON CALZADA SIMPLE

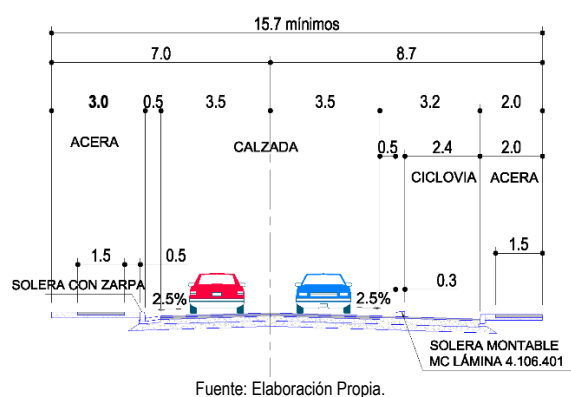
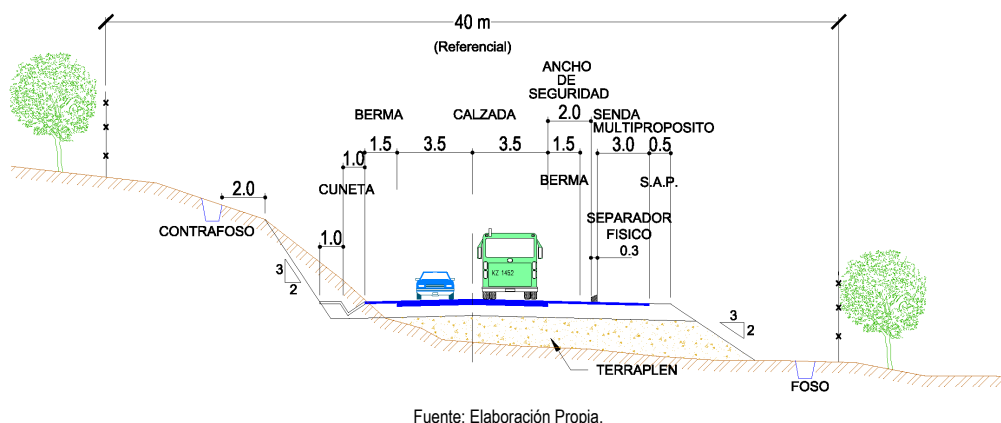


FIGURA N° 11.2-16
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
PERFIL TIPO INTERURBANO BIDIRECCIONAL CON CALZADA SIMPLE



11.3 Anteproyecto de Seguridad Vial

El anteproyecto de señalización y demarcación, se desarrolla considerando la implementación de señalización reglamentaria e informativa necesaria para una buena operación y seguridad de la vía para las Alternativas CHI-QUI-02, QUI-PUS-01, PEM-02, PEM-04, PEM-07, YUN-02 y YUN-07.

La señalización vertical considera todas aquellas señales de tipo reglamentario, informativo y preventivo, de acuerdo a la normativa vigente, según el Volumen N°6 Seguridad Vial del Manual de Carreteras. Asimismo, la señalización vertical se complementa con demarcación sobre la calzada como líneas de detención, islas de viraje, líneas continuas y líneas segmentadas de separación de pistas y señales de velocidad por tramos, según la velocidad de proyecto establecida en el diseño geométrico.

De esta manera, se incorpora además demarcación relacionada con separación de pistas, zonas de advertencia, sentidos de tránsito, cruces de prioridad, textos de advertencia, etc. Se considera además la incorporación de tachas reflectantes, como medio de reforzamiento de la demarcación con pintura, o de advertencia al conductor de singularidades tales como islas o bandejones, considerando los puntos singulares de los anteproyectos como cruces a nivel y puentes.

Para las siete alternativas del estudio (cabe recordar que la Alternativa PEM-04 obedece a una combinación de la Alternativa PEM-02 y la Alternativa PEM-07), se contempla la instalación de defensas camineras en curvas de radio restrictivo establecidos en el diseño geométrico, además de su ubicación en acceso a puentes y en sectores de terraplenes donde existen obras de drenaje.

En el caso de la alternativa CHI-QUI-02, la cual contempla la implementación de calzadas dobles unidireccionales, se incorpora barreras tipo Falta en la mediana central.

Las defensas camineras convencionales incorporadas a todos los anteproyectos. corresponde a barrera metálica lateral triple onda.

Dentro de los dispositivos especiales contemplados para todos los anteproyectos, se incorpora como separador de la ciclovía una solera montable intercalada cada 1 m.

Se confeccionaron planos de planta específicos para describir los esquemas y dispositivos de operación y señalización de los ejes viales proyectados, los cuales incluyen la demarcación, señales verticales y todos los dispositivos anteriormente mencionados.

11.4 Anteproyecto de Expropiaciones

El principal objetivo del anteproyecto de expropiaciones, se remite a identificar y cuantificar las superficies de los predios que se verán afectados a las expropiaciones necesarias para crear una faja oficial regular, paralela a cada lado del eje proyectado de cada una de las alternativas reportadas.

En su gran mayoría, los predios afectados a expropiaciones corresponden a terrenos agrícolas, ubicados en zonas rurales de las distintas comunas involucradas en las alternativas presentadas.

Esta recopilación de antecedentes, se realizó consultando la información existente en las páginas oficiales de las siguientes instituciones:

- Ministerio de Bienes Nacionales.
- Servicio de Impuestos Internos.
- Centro de Información de Recursos Naturales.
- Municipalidades de San Ignacio, El Carmen, Pemuco y Yungay.
- Visitas a Terreno.

La información recopilada desde las distintas fuentes, fue sobrepuesta con la finalidad de contrastar y comprobar la veracidad y actualización de los antecedentes. La búsqueda nos permitió comprobar que las instituciones consultadas no cuentan a la fecha con toda la información predial debidamente actualizada ni enrolada.

La principal fuente de información, ha sido considerada, la entregada por el S.I.I en su Departamento de Avaluaciones; ésta nos permitió identificar roles, direcciones y deslindes presuntos para generar el presente informe de expropiaciones.

Con toda la información recopilada se confeccionaron planos de expropiaciones, lo que permitió generar el cuadro N° 11.4-1 adjunto, donde se reporta el alcance y los montos asociados a expropiaciones para cada una de las alternativas propuestas.

CUADRO N° 11.4-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN EXPROPIACIONES

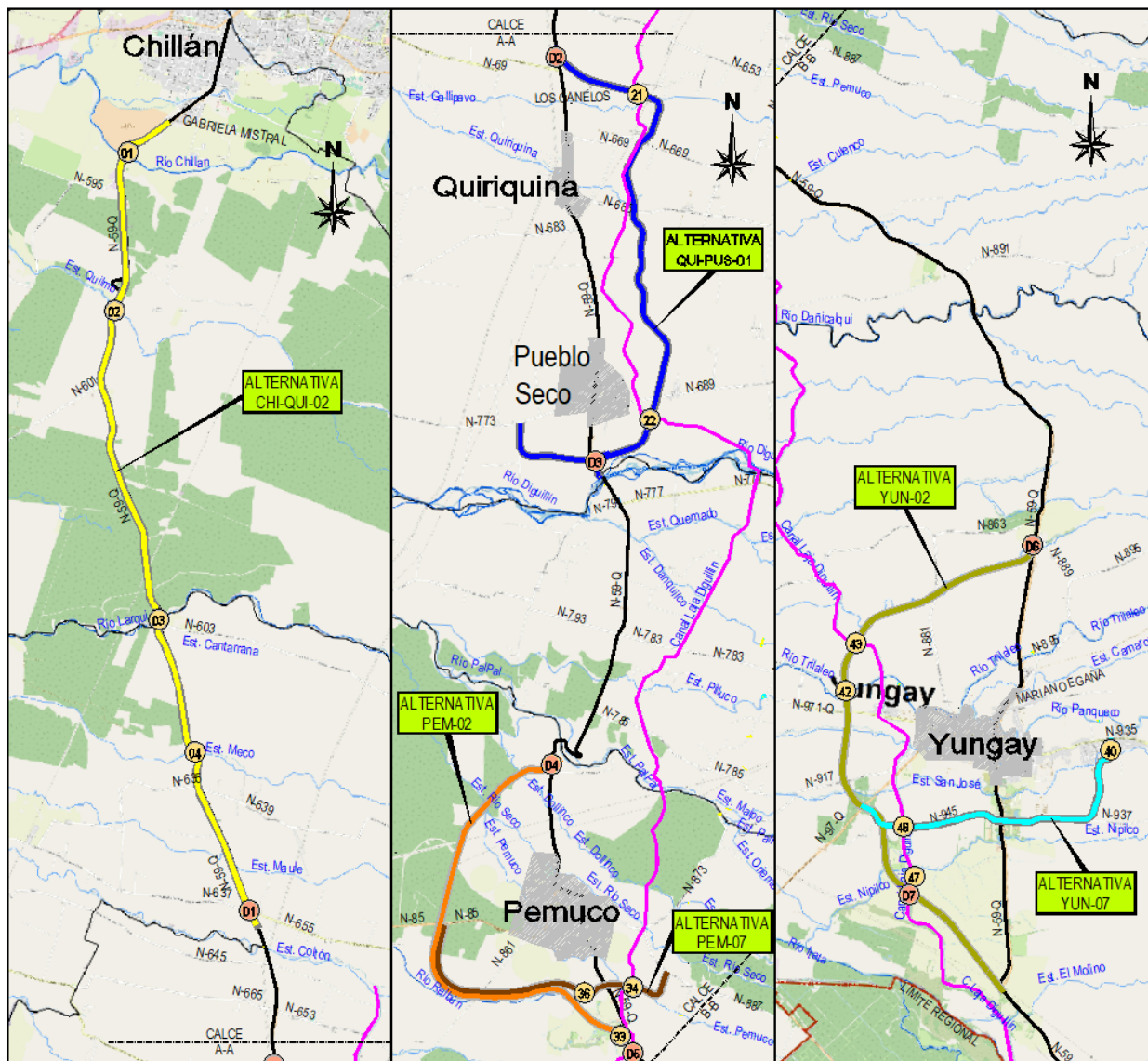
ALTERNATIVA	ESTIMACIÓN MONTOS DE EXPROPIACIONES				
	SUP. EXPROPIACIÓN (m ²)		VALOR EXPROPIACIÓN (UF)		TOTAL (UF)
	TERRENO	EDIFICACIÓN	TERRENO	EDIFICACIÓN	
CHI-QUI-02	470.216,0	7.605,0	52.694,5	97.085,0	149.779,5
QUI-PUS-01	596.399,5	2.780,0	55.768,7	38.427,5	94.196,2
PEM-07	272.886,5	0,0	48.508,7	0,0	48.508,7
PEM-02	483.638,5	0,0	53.200,2	0,0	53.200,2
YUN-07	153.599,0	515,0	88.286,2	6.437,5	94.723,7
YUN-02	595.154,0	136,0	71387,76	1.867,5	73.255,3

Fuente: Elaboración Propia.

11.5 Anteproyectos de Puentes y Estructuras

En esta etapa del desarrollo del anteproyecto de las alternativas, se procedió a realizar un predimensionamiento de las estructuras, con la finalidad de estimar los montos de inversión respectivos, con una mayor exactitud. Para el dimensionamiento de las obras se consideraron las características de proyectos de estructuras similares desarrolladas por el consultor y por otros proyectos realizados en la zona de estudio. En la figura N° 11.5-1 adjunta, se ilustra el emplazamiento de los puentes identificados en la presente etapa.

FIGURA N° 11.5-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
EMPLAZAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS PROPUESTAS



Fuente: Elaboración Propia.

En definitiva, para esta etapa de anteproyecto, se han considerado 14 puentes propiamente tales (sobre cursos de agua) y 7 estructuras que corresponden a pasos sobre nivel, según requerimientos del diseño vial propuesto.

En el cuadro N° 11.5-1 adjunto, se reporta un resumen de las estructuras presentes en cada una de las alternativas desarrolladas a nivel de anteproyecto, indicándose su ubicación, denominación y participación en cada una de las alternativas, así como los montos de inversión en términos privados con IVA, en miles de pesos al 31 de diciembre del 2021.

CUADRO N° 11.5-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN-LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS

N° EST.	NOMBRE DE ESTRUCTURA	CAUCE	ALTERNATIVA	Dm INICIO	Dm FINAL	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO TOTAL (m)	ESVIAJE (°)	MONTO DE INVERSIÓN PRIVADO CON IVA (miles de pesos)
1	Puente Lajuelas Poniente	Río Chillán	CHI-QUI-02	1.061,94	1.151,84	89,90	13,86	0,00	3.305.243
2	Puente Quilmo Poniente	Estero Quilmo	CHI-QUI-02	4.458,36	4.496,36	38,00	13,86	0,00	1.110.917
3	Puente Larqui Poniente	Río Larqui	CHI-QUI-02	11.210,33	11.248,33	38,00	16,86	20,00	1.504.523
4	Puente Meco Poniente	Estero Meco	CHI-QUI-02	14.123,24	14.151,24	28,00	13,86	0,00	605.089
D1	Paso Desnivelado Ruta N-655	Ramal de conexión a Ruta N-655	CHI-QUI-02	17.656,15	17.677,85	21,7	21,718	0,00	1.026.885
D2	Paso Desnivelado Quiriquina Norte	Ramal de acceso norte a Quiriquina	QUI-PUS-01	264,12	277,17	13,5	15,218	5,14	803.716
21	Puente N°21	Canal Diguillín	QUI-PUS-01	2.093,84	2.113,04	19,20	14,36	34,78	849.119
22	Puente N°22	Canal Diguillín	QUI-PUS-01	9.714,44	9.740,24	25,80	14,36	36,94	920.881
D3	Paso Desnivelado Pueblo Seco Sur	Ramal de acceso sur a Pueblo Seco	QUI-PUS-01	11.206,38	11.229,17	23,33	14,218	39,42	681.397
D4	Paso Desnivelado Pemuco Norte	Ramal de acceso norte a Pemuco	PEM-02	219,17	239,50	20,33	14,218	38,99	690.404
D5	Paso Desnivelado Pemuco Sur	Ramal de acceso sur a Pemuco	PEM-02	9.928,21	9.942,21	14,00	17,86	0,32	923.941
33	Puente N°33	Ramal Canal Diguillín	PEM-02	10.058,90	10.079,70	20,80	14,36	27,74	869.017
36	Puente N°36	Ramal Canal Diguillín	PEM-07	1.057,08	1.076,58	19,50	14,36	5,86	875.177
34	Puente N°34	Canal Diguillín	PEM-07	2.125,71	2.140,39	14,68	14,36	0,70	939.775
D6	Paso Desnivelado Yungay Norte	Ramal de acceso norte a Yungay	YUN-02	368,50	386,50	18,0	15,218	0,36	731.883
43	Puente N°43	Canal Diguillín	YUN-02	4.448,30	4.469,07	20,77	14,36	17,66	874.240
42	Puente N°42	Río Trilaleo	YUN-02	5.493,59	5.531,59	38,00	14,36	0,00	1.196.656
47	Puente N°47	Canal Diguillín	YUN-02	10.272,57	10.295,34	22,77	14,36	30,88	880.537
D7	Paso Desnivelado Yungay Sur	Ramal de acceso sur a Yungay	YUN-02	12.833,49	12.850,49	17,0	15,218	0,14	727.198
40	Puente N°40	Estero San José	YUN-07	248,91	261,91	13,00	16,402	0,00	928.982
48	Puente N°48	Canal Diguillín	YUN-07	5.815,31	5.835,75	20,47	14,36	14,25	910.623

Fuente: Elaboración Propia.

11.6 Cubicaciones y Presupuestos

A partir de los anteproyectos desarrollados, se determinaron los montos de inversión, en términos privados y sociales, además de los valores residuales respectivos.

Los valores privados corresponden a los costos de inversión que se obtienen a partir de los precios de mercado de los distintos ítems, en tanto que los valores sociales se derivan a partir de los precios de mercado, eliminando las transferencias y distorsiones de los precios de mercado que se observan (aranceles, impuestos, etc.).

Los valores residuales corresponden al costo de oportunidad o mejor uso alternativo del remanente de las obras atingentes al proyecto cuando llega al final de su vida útil económica y debe ser estimado al finalizar el horizonte de evaluación de los proyectos respectivos.

En el cuadro N° 11.6-1 adjunto, se reportan los montos de inversión en términos privados, sociales y como valor residual, en miles de pesos al 31 de diciembre del 2021, para cada uno de los anteproyectos desarrollados.

CUADRO N° 11.6-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DE LOS MONTOS DE INVERSIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS
(miles de pesos al 31 de diciembre del 2021)

DESIGNACIÓN	SECTOR CHILLÁN VIEJO- VARIANTE SAN IGNACIO	SECTOR QUIRIQUINA- PUEBLO SECO	SECTOR PEMUCO					SECTOR YUNGAY				
	CHI-QUI-02	QUI-PUS-01	PEM-02 TRAMO NORTE	PEM-02 TRAMO SUR	PEM-02 TOTAL	PEM-04	PEM-07	YUN-02 TRAMO NORTE	YUN-02 TRAMO SUR	YUN-02 TOTAL	YUN-04	YUN-07
Preparación del Área de Trabajo	518.547	141.592	48.568	66.634	115.202	134.820	42.355	56.126	40.932	97.058	213.837	116.779
Movimiento de Tierras (Vial)	8.110.350	5.198.970	1.784.523	2.164.706	3.949.229	4.795.342	1.826.723	2.738.328	2.983.172	5.721.500	6.242.880	521.380
Capas Granulares	1.937.707	1.482.812	469.153	668.114	1.137.267	1.458.904	694.402	815.196	607.576	1.422.773	2.114.197	691.424
Revestimientos y Pavimentos	10.900.981	4.314.697	1.172.370	1.651.749	2.824.119	3.604.919	1.685.717	2.436.367	1.792.132	4.228.498	5.842.754	1.614.256
Estructuras y Puentes	10.192.935	3.374.736	625.966	2.411.271	3.037.237	4.019.901	2.118.238	2.567.826	1.351.038	3.918.864	5.517.317	1.598.453
Saneamiento y Obras Conexas	333.845	992.270	232.146	312.860	545.006	689.642	312.262	325.961	223.672	549.633	1.037.249	487.616
Control y Seguridad	4.701.045	2.990.705	937.855	1.172.765	2.110.620	2.687.270	1.244.963	1.370.262	1.098.191	2.468.453	3.171.988	703.535
Cambio de Servicios	4.424.228	142.825	1.962	32.598	34.559	62.686	60.724	41.846	73.388	115.234	658.358	543.124
Paisajismo	553.287	161.991	27.126	50.052	77.179	104.072	58.061	89.348	69.927	159.275	202.258	42.983
Medidas de Mitigación	294.383	185.360	57.015	86.280	143.294	185.698	91.548	116.628	89.399	206.027	295.209	89.182
Iluminación	1.583.949	240.198	41.636	59.879	101.515	130.147	61.814	47.013	16.675	63.688	435.225	371.537
Desvíos de Tránsito	857.552	265.936	69.698	125.691	195.389	251.879	121.959	151.435	102.271	253.706	410.068	156.362
Proyecto y Asesoría	2.220.440	974.605	273.343	440.188	713.531	906.188	415.938	537.817	422.419	960.235	1.307.067	346.832
Imprevistos (10% Subtotal)	4.905.073	2.241.140	637.108	1.014.786	1.651.894	2.106.841	982.214	1.204.405	943.096	2.147.502	3.134.730	987.228
Subtotal	51.534.322	22.707.839	6.378.469	10.257.573	16.636.041	21.138.308	9.716.918	12.498.556	9.813.888	22.312.444	30.583.134	8.270.690
IVA 19%	9.791.521	4.314.489	1.211.909	1.948.939	3.160.848	4.016.279	1.846.214	2.374.726	1.864.639	4.239.364	5.810.795	1.571.431
Expropiaciones	4.641.926	2.919.304	904.222	1.344.098	2.248.320	2.944.660	1.503.370	1.287.718	982.590	2.270.308	5.205.960	2.935.652
Total Privado sin IVA	56.176.248	25.627.142	7.282.691	11.601.670	18.884.361	24.082.968	11.220.287	13.786.274	10.796.478	24.582.752	35.789.094	11.206.342
Total Privado con IVA	65.967.769	29.941.631	8.494.600	13.550.609	22.045.209	28.099.247	13.066.502	16.161.000	12.661.116	28.822.117	41.599.890	12.777.773
Total Social	53.020.101	24.253.518	6.900.518	10.979.538	17.880.056	22.792.459	10.602.544	13.099.326	10.254.918	23.354.245	34.096.405	10.742.160
Valor Residual	28.092.507	12.733.523	3.632.673	6.100.091	9.732.765	12.432.191	5.825.444	7.030.535	5.558.263	12.588.798	18.986.951	6.398.153
Longitud de las Alternativas (km)	17,59	13,84	4,62	5,82	10,44	13,46	6,53	8,04	5,11	13,15	20,01	6,86
Costo por Kilómetro (miles de pesos por km)	3.750.104	2.163.677	1.838.370	2.329.601	2.112.130	2.087.299	2.001.012	2.010.694	2.476.517	2.191.797	2.078.540	1.861.564

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez cuantificadas las obras involucradas, se aplicaron los precios unitarios correspondientes al “Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán-Yungay” realizado el año 2016 y con precios actualizados al **31 de diciembre de 2021, considerando un valor para la UF de \$ 30.991,74.**

El precio social de cada partida involucrada, se determinó a partir del precio privado, considerando para este efecto una desagregación en componentes básicas para la evaluación social de proyectos, la cual es la siguiente:

- Mano de Obra no Calificada (MONC)
- Mano de Obra Semicalificada (MOSC)
- Mano de Obra Calificada (MOC)
- Componente Nacional (MNAC)
- Componente Extranjera (MEXT)
- Impuestos (IMPTO)

Para la desagregación de los precios privados de cada ítem (actividad o partida) se utilizaron los factores de desglose recomendados en el Cuadro N°1.505.701(A) del Volumen 1 del Manual de Carreteras.

La estimación de los precios sociales se realizó considerando el documento “Precios Sociales Vigentes 2022”, publicado por el Departamento de Metodologías – División de Evaluación Social de Inversiones, del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), cuyo vector de precios se reporta en el cuadro N° 11.6-2 adjunto.

CUADRO N° 11.6-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTORES DEL VECTOR DE PRECIOS SOCIALES VIGENTE, PROCESO PRESUPUESTARIO 2022

PARÁMETRO	FACTORES DE PRECIOS SOCIALES
Mano de Obra no Calificada (MONC)	0,91
Mano de Obra Semi Calificada (MOSC)	0,95
Mano de Obra Calificada (MOC)	0,97
Factor de Corrección Social de la Divisa (FCSD)	1,0039158
Componente Nacional (MNAC)	1,000
Impuesto (IMPTO)	0

Fuente: Documento "Precios Sociales Vigentes 2022", del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF).

De esta forma, el valor social propiamente tal se calcula como:

$$P.S. = 0.91 * MONC + 0.95 * MOSC + 0.97 * MOC + 1 * MNAC + 1.0039158 * FCSD$$

Por otra parte, se considera como valor residual aquella parte de la inversión que no debe volver a efectuarse para materializar un proyecto similar o para destinar dicho proyecto a otro uso alternativo. El valor residual es el producto entre el valor social de una partida y el factor residual de esta, factor que considera el tiempo de durabilidad de una obra o trabajo más allá del horizonte de evaluación del estudio y se puede expresar de la siguiente forma.

$$Vr = \sum_{i=1}^n Fr_i * VS_i$$

Donde:

Vr : Valor Residual

Fr_i : Factor Residual de la partida i

VS_i : Valor Social de la partida i

Para este estudio se consideraron los factores residuales que se indican en el cuadro N° 11.6-3 adjunto.

CUADRO N° 11.6-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTORES RESIDUALES CONSIDERADOS

PARTIDA	FACTOR RESIDUAL
Movimiento de Tierras	0,80
Capas Granulares	0,80
Revestimientos y Pavimentos	0,40
Estructuras y Obras Conexas	0,80
Drenaje y Protección de la Plataforma	0,40
Cambios de Servicios	0,80
Expropiaciones	1,00

Fuente: Elaboración Propia.

12.- EVALUACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL DE LOS ANTEPROYECTOS Y PROPOSICIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES

12.1 Introducción

En esta etapa del estudio corresponde realizar la identificación y evaluación final de los potenciales impactos que sobre el medio ambiente y territorio, que pudiesen generar las alternativas llevadas a nivel de anteproyecto. Lo anterior, debido a las múltiples actividades que involucra el proceso de implementación de ellas y su posterior operación.

Por otra parte, se reportan las medidas de mitigación, control y/o de recuperación de los componentes ambientales afectados por los impactos identificados en la evaluación ambiental y territorial.

En los puntos siguientes se reporta una breve síntesis de los análisis realizados y de los resultados obtenidos.

12.2 Descripción de Anteproyectos

En lo sustancial, de los trazados de los anteproyectos propuestos para la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada entre Chillán y Quiriquina) y la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente, emplazada al sur de Yungay, en calzada simple), son las que generarían las mayores intervenciones al territorio, producto de las estructuras necesarias para dar continuidad al trazado. Sin duda la obra de mayor magnitud, está presente en la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada) y corresponde al puente proyectado sobre el río Chillán, el cual tiene una longitud de 89,90 m, el que puede impactar tanto la hidrología del río como también puede ser causa de un detrimento en la calidad de las aguas.

12.3 Caracterización Ambiental Anteproyecto

En relación al análisis desarrollado, se está en condiciones de establecer que la mayor parte de las intervenciones se ven reflejadas fundamentalmente en los movimientos de tierra, modificando parcialmente la geomorfología local asociada principalmente a un extenso llano característico de la depresión intermedia. Geológicamente el área se compone de depósitos sedimentarios producto de la escorrentía superficial asociada a los ríos y canales existentes en el área de proyecto, lo que se complementa con remanente volcanoclásticos por influencia del complejo volcánico andino Nevados de Chillán.

Desde la perspectiva hídrica, los anteproyectos se desarrollan sobre un área de gran irrigación fluvial, teniendo presente cursos de jerarquía mayor, como lo son los ríos Chillán, Diguillín, Larqui, Relbún, Danicalqui, Trilaleo y Panqueco y la red de canales complementarios. Se recomienda establecer la menor intervención sobre las cajas fluviales, las cuales son parte estructural del desarrollo económico regional y local.

En cuanto a los riesgos asociados al espacio de desarrollo de los anteproyectos, estos quedan supeditados a la dinámica tectónica nacional, los cuales podrían producir un evento sísmico de características medias, teniendo antecedentes que lo respalda, lo anterior, sin posibilidad de afectación tsunamigénica. En cuanto a los riesgos hidrometeorológicos, la zona de estudio no reúne las condiciones para el desencadenamiento de eventos de remoción en masa a gran escala, teniendo solo algunas zonas de inundación puntuales en entorno a ciertos canales, los cuales no son significativos ni comprometen el desarrollo de las alternativas. Por último, respecto a los riesgos antrópicos, cabe resaltar que por sus características agrícolas y forestal, el área de estudio de anteproyecto posee alta probabilidad de ser afectada por incendios de carácter forestal, los cuales se acentúan entre los meses de diciembre a marzo.

Finalmente, en cuanto a las características bióticas del área de desarrollo de los anteproyectos, es posible establecer que estos no interfieren con áreas de vegetación nativa tales como bosques o matorrales, lo cual se justifica por configurarse como un área altamente intervenida desde la perspectiva antrópica, estableciéndose como áreas de desarrollo urbano, forestal, agrícola, ganadero o residencial. Es por lo anterior, que las especies reconocidas dentro del área de influencia, se presentan como exóticas o aquellas capaces de adaptarse a ambientes antropizados.

En otro orden de ideas, como se pudo observar en el desglose de la población por anteproyecto, queda de manifiesto la relevancia que presentan las alternativas en cuanto a la presencia de población de carácter rural. Es la población predominante en las AID de cada una de las alternativas. En desmedro, la población urbana es minoritaria en las AID de las alternativas. Se destaca que la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada, Chillán-Quiriquina) y la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente al sur de la localidad de Yungay), son las únicas que presentan población de carácter urbano, el resto solo tiene población rural.

En relación a los niveles de urbanización, se establece que la cobertura de los servicios básicos está sumamente marcada por la condición rural de gran parte de los territorios que conforman las comunas de Yungay, San Ignacio y Pemuco, siendo esta última la que presenta los menores porcentajes de cobertura de servicios básicos, en desmedro de la realidad que vive la comuna de Yungay, donde la cobertura de estos servicios se ha ido ampliando a medida que avanzan los proyectos inmobiliarios hacia los sectores oriente y poniente de la comuna.

Por otra parte, los usos de suelo asociados al área de estudio, se encuentran estrechamente relacionados con la actividad agrícola, que es el uso de suelo principal de las AID de las alternativas.

12.4 Evaluación Ambiental y Territorial del Anteproyecto

Respecto a los impactos de los trazados sobre el territorio, se tiene que el **Anteproyecto CHI-QUI-02** (doble calzada, Chillán-Quiriquina) junto con la **Alternativa YUN-02** (by-pass norte-sur emplazado al poniente de la localidad de Yungay) y la **Alternativa PEM-02** (by-pass norte-sur emplazado al poniente de la localidad de Pemuco), serían las alternativas que generarían los mayores impactos. Esto debido al alto valor de los movimientos de tierra que se tienen que llevar a cabo y de las estructuras proyectadas.

De las estructuras necesarias para dar continuidad al trazado de la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada, Chillán-Quiriquina), se destaca el puente proyectado sobre el río Chillán (89,9 m), siendo la estructura más relevante en toda el área de proyecto. Sin duda que es un riesgo posible el que se impacte la hidrología del río, así como que se produzca un detrimento en la calidad de aguas, particularmente en su fase de construcción.

Otros puentes, de menor relevancia, se proyectan para el río Larqui, junto con los esteros Quilmo y Meco. Para la **Alternativa YUN-02** (by-pass norte-sur emplazado al poniente de la localidad de Yungay), se constituye en la segunda alternativa en importancia respecto a las estructuras a construir. Esta alternativa presenta estructuras de relativa importancia sobre el río Trilaleo y el canal Diguillín, ambas de aproximadamente 30 m de longitud. El resto de las alternativas, tan solo presentan estructuras de menos de 25 m, correspondiendo unas pocas a cursos de agua menores y el resto a desniveles viales.

En lo referido al impacto de las alternativas sobre el medio humano, se tiene que las mayores complicaciones se darían, en el caso de la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada, Chillán-Quiriquina) y la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente al sur de la localidad de Yungay), dada la presencia de población de carácter urbano. En el caso del resto de las alternativas, la población se encuentra más dispersa en el territorio.

12.5 Áreas de Restricción Ambiental (R.A)

La instalación de campamentos, botaderos y empréstitos, debe estar sujeta a las normas ambientales reglamentadas. Al respecto, se concluye que las mayores complicaciones corresponderán a la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada, Chillán-Quiriquina) y la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente al sur de la localidad de Yungay), dada su cercanía a población de carácter urbano.

Para el resto de las alternativas, es posible apreciar que la población se encuentra más dispersa, lo que permite que la localización de las instalaciones respectivas, no impacten en forma significativa al territorio.

12.6 Resultados del Análisis de Pertinencia del Sistema de Evaluación Ambiental

En el caso de los anteproyectos propuestos, el ingreso al sistema de evaluación ambiental *se aplica en la Alternativa CHI-QUI-02*, producto de posible afectación sobre sistema de humedal asociado al límite urbano en el sector del puente Lajuelas. Lo anterior, en conformidad a la Ley de Humedales Urbanos N°21.202.

Cabe destacar que es la única alternativa que se prevé deberá de *consultarse su ingreso al sistema de evaluación ambiental*. Cabe señalar que esta *Alternativa CHI-QUI-02, corresponde a la doble calzada* entre Chillán Viejo y la Variante San Ignacio.

12.7 Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación (Criterios y Medidas Ambientales a Utilizar)

Como corolario a la presente tarea, se generó un plan de medidas de mitigación, que tiene particular relación con la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada, Chillán-Quiriquina) y la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente al sur de la localidad de Yungay). Lo anterior, debido a que son las alternativas que generarían las mayores complicaciones en su etapa de construcción, producto de la presencia de parte de la trama urbana de las ciudades de Chillán Viejo y Yungay. Para todo el resto de las alternativas, las mayores complicaciones tienen que ver con el número de expropiaciones necesarias para llevar a cabo la materialización de las obras.

13.- EVALUACIÓN ECONÓMICA SOCIAL

13.1 Introducción

La metodología propuesta para realizar la evaluación económica social de los anteproyectos, se remitió a las recomendaciones y criterios establecidos en el Manual de Carreteras (Dirección de Vialidad, MOP). El enfoque aplicado corresponde a una evaluación del tipo **económica-social**, o sea, considerando los impactos que producen los proyectos a nivel de la sociedad en su conjunto y en particular sobre aquellos usuarios que utilizan directamente las vías en cuestión. En lo sustancial, el tipo de evaluación propuesta, considera fundamentalmente **las siguientes dos fuentes de beneficios**:

- Tiempos de viaje de los usuarios
- Costos de operación de vehículos (COV)

A modo de cuantificar los impactos asociados a las dos fuentes de beneficios anteriores, en primera instancia se realizaron las **simulaciones operacionales** correspondientes tanto a la situación base como a las distintas alternativas que fueron llevadas a nivel de anteproyecto. Lo anterior, con el propósito de medir los consumos físicos asociados a cada una de las alternativas simuladas. A partir de ellos y mediante el vector de precios sociales, se cuantificaron los consumos monetarios, para posteriormente calcular los **beneficios** respectivos como la diferencia entre los consumos de recursos asociados a la situación base y a cada una de las alternativas evaluadas.

Cabe destacar que las simulaciones operacionales de las redes viales, se realizaron mediante la aplicación de los modelos HDM-4 y SATURN. A partir del primero, se determinaron los costos de operación de los vehículos (*COV*) en función de los parámetros geométricos de cada ruta. Estos costos se utilizaron para conformar los "extra data" del modelo SATURN, el cual fue empleado en su modalidad "buffer", que permite incorporar estos datos y de esta forma, realizar la asignación a la red de la demanda vehicular, determinándose los flujos vehiculares por arco y los tiempos de viaje respectivos.

Finalmente, a partir de los montos de inversión y los beneficios asociados a cada alternativa, se calcularon los **indicadores de rentabilidad económica**. En este caso, se utilizaron como indicadores de rentabilidad de corto plazo a la TRI (Tasa de Retorno Inmediata) y al VAN1 (Valor Actualizado Neto al primer año); y como indicadores de rentabilidad de largo plazo, se consideró al VAN (Valor Actual Neto) y a la TIR (Tasa Interna de Retorno).

13.2 Criterios de Evaluación

En este punto se presenta los criterios generales empleados en el proceso de evaluación económica, que son comunes para la evaluación de todas las alternativas. Al respecto, un aspecto básico se refiere a la definición de periodos y cortes temporales que se consideraron en esta etapa.

a) Definición de Periodos y Cortes Temporales

Cabe señalar que, para efectos de modelación y simulación de alternativas de anteproyecto, se consideró conforme a la periodización la simulación de un período de la temporada normal correspondiente a mañana laboral (MLN), el resto de los períodos fueron asimilados de acuerdo a los datos que se reportan en el cuadro N° 13.2-1 y N° 13.2-2, que presentan los factores de expansión anual para los períodos de la temporada normal y verano, respectivamente.

CUADRO N° 13.2-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON LA EXTENSIÓN DE LA PERIODIZACIÓN - TEMPORADA NORMAL

PERÍODO	DESCRIPCIÓN	N° HORAS (hr/día)	FACTOR ASIMILACIÓN	FACTOR DE FLUJO (hr/12 hr)	FACTOR 12 a 24 (12 hr/día)	DÍAS ANUALES (días/año)	FACTOR EXPANSIÓN ANUAL (hr/año)
P1	Mañana Laboral (MLN)	8	1,99	7,89	1,58	305	3.809
P2	Tarde Laboral (TLN) (*)	4	1,21	4,84	1,58	305	2.336

(*) Período asimilado al P1-MLN
Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 13.2-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON LA EXTENSIÓN DE LA PERIODIZACIÓN - TEMPORADA VERANO

PERÍODO	DESCRIPCIÓN	N° HORAS (hr/día)	FACTOR ASIMILACIÓN	FACTOR DE FLUJO (hr/12 hr)	FACTOR 12 a 24 (12 hr/día)	DÍAS ANUALES (días/año)	FACTOR EXPANSIÓN ANUAL (hr/año)
P1	Mañana Laboral (MLV) (*)	6	1,12	6,69	1,58	60	636
P2	Tarde Laboral (TLV) (*)	6	1,15	6,90	1,58	60	655

(*) Período asimilado al P1-MLN
Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, en esta etapa de evaluación definitiva se simularon dos cortes temporales, correspondiente al primer año de operación definido al año 2026 y al décimo año de operación correspondiente al año 2035.

b) Tasas de Crecimiento Según Tipo de Vehículo

Para las tasas de crecimiento vehicular según tipo de vehículo, se emplearon las cifras determinadas a partir de los modelos de demanda, específicamente, de los resultados de los modelos econométricos calibrados que se utilizaron para proyectar los viajes origen-destino.

Las tasas de crecimiento por tipo de vehículo consideradas son las siguientes:

- Vehículos Livianos : 7.34 % anual
- Camiones Simples : 2.98 % anual
- Camiones Articulados : 1.50 % anual
- Transporte Público : 0.00 % anual

c) Vector de Precios Sociales

Para cuantificar los consumos y beneficios, se empleó los valores del último vector de precios vigentes al mes de diciembre de 2021. En el cuadro N° 13.2-3 se reporta las principales partidas.

CUADRO N° 13.2-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
VECTOR DE PRECIOS SOCIALES POR MODO E ÍTEMS
 (\$ diciembre 2021)

ÍTEM	UNIDADES	CATEGORÍA DE VEHÍCULO			
		VEHÍCULO LIVIANO (*)	CAMIÓN SIMPLE	CAMIÓN ARTICULADO	BUSES
Valor Vehículo Nuevo	(m\$/veh)	13.661	29.513	66.806	107.937
Combustible	(\$/lt)	537	505	505	505
Neumático	(\$/neum)	61.047	125.546	248.727	248.727
Hora de Mantención	(\$/hr)	5.443	5.443	5.443	5.443
Lubricante	(\$/lt)	5.226	2.466	2.466	2.466

(*) Los precios considerados son el promedio entre autos y camionetas.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF).

Por su parte, los valores sociales del tiempo considerados fueron los siguientes:

- Valor Social del Tiempo Interurbano : 7.995 (\$/h-pax)
- Valor Social del Tiempo de la Carga : 10.105 (\$/h-camión)

Adicionalmente, la tasa de descuento social empleada fue del 6%.

d) Cuantificación de la Demanda Generada

Se define el tránsito generado, como el flujo vehicular que utilizaría un camino, si se produjera un mejoramiento en sus variables de servicio, pero que no lo utilizaría si estas mejoras no se realizan. Es decir, si estos viajes no se realizaban antes por otras vías, entonces se genera un tránsito inducido o generado.

Concretamente, se considera tránsito generado o inducido al que provenga de las siguientes fuentes:

- Nuevos viajes que se generan producto de la mejora.
- Viajes que no se realizarían sin el mejoramiento del camino, por ser su costo de transporte mayor al beneficio que genera su realización.
- Aumento en la frecuencia de los viajes producto de la reducción del costo generalizado de transporte.

En la evaluación económica de este estudio *no se aplicaron* conceptos relativos a demanda generada. En todo caso, entre los distintos puntos de interés, las conexiones viales ya existen, por lo que el aporte de este tipo de demanda se estima que sea menor.

13.3 Modelación y Simulación de la Situación Base

13.3.1 Generalidades

En términos generales, se han seguido los mismos lineamientos metodológicos ya reportados en la sección 7.3 "Modelación y Simulación de la Situación Base", etapa de evaluación de alternativas preliminares, razón por la que no se vuelve a reportar.

13.3.2 Definición de la Situación Base

En lo sustancial, la definición de la situación base adopta el escenario vial definido para toda el área de análisis y que está compuesto por dos proyectos emblemáticos para la región, que se espera estén materializados al primer año de operación del presente proyecto. En este sentido, los proyectos viales que componen al escenario vial y por lo tanto la situación base, son los siguientes:

- **Mejoramiento y Conservación de la Ruta N-59-Q entre Chillán Viejo y Yungay** (Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán – Yungay, Región del Biobío, Dirección de Vialidad MOP, 2017).
- **Circunvalación Oriente a la Ciudad de Chillán** (Estudio de Ingeniería Habilitación Circunvalación Oriente de Chillán, Región del Ñuble, Dirección de Vialidad, MOP, 2021).

En términos prácticos, el procedimiento utilizado para construir la situación base, consistió en incorporar a las redes asociadas a la situación actual el escenario vial que se definió anteriormente y adicionalmente, proyectar las matrices de viaje, de acuerdo a las estimaciones realizadas en la etapa de modelos de demanda y que consideró una proyección de los viajes por zona y las frecuencias de las rutas fijas (buses) amplificadas a través de las tasas de crecimiento vehicular.

La red de modelación SATURN construida para este propósito y el proceso de simulación de las redes, corresponde a lo mismo ya reportado en la etapa de Evaluación de Alternativas Preliminares, razón por la que no se describe nuevamente.

Cabe destacar que de acuerdo a la periodización definida, para efectos de simulación se modeló sólo un período correspondiente al período mañana laboral, temporada normal (MLN). A partir de este período, el resto de los períodos fueron asimilados, mediante la aplicación de factores de asimilación y de estacionalidad.

Respecto a la definición de cortes temporales, para esta etapa de evaluación definitiva se simuló dos cortes temporales, el primero correspondiente al primer año de operación (año 2026) y el segundo correspondiente al décimo año de operación (año 2035).

13.3.3 Transporte de Carga Forestal

A diferencia de la evaluación preliminar, para efectos de evaluación económica social, se consideró explícitamente al transporte de carga forestal, con énfasis en los sectores de Pemuco y Yungay.

Cabe recordar, que para el caso de la comuna de Pemuco los camiones forestales que pasan por el interior de ella ingresan por la Ruta N-887 y se dirigen hacia la Ruta N-85 con destino a la Ruta 5 y principalmente los puertos de la VIII Región. Para el caso de la comuna de Yungay, el transporte de carga forestal que pasa por el interior de ella ingresa a la comuna por la Ruta N-935 y se dirigen hacia la Ruta Q-97-N, camino Cholguán.

Para el desarrollo del análisis del sector forestal, en el área directa de análisis, se utilizó como base la información referente a "Bases de Datos Espaciales" construidas por CONAF. Lo anterior fue facilitado en formato "shape" por la Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile, (IDE CHILE). Las coberturas en cuestión corresponden a:

- "Catastro Vegetacional de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), Región de Biobío, 2015".
- "Cobertura de Áreas protegidas, Región de Biobío, 2021, Ministerio de Medio Ambiente".

De los cálculos efectuados, para la localidad de Pemuco, se estima que se producirá una demanda anual de camiones con acoplado de 17.033 vehículos (en un sentido de circulación) que emplearán la conexión oriente-poniente tipo by-pass. A nivel de TMDA (viajes ida y retorno), se estima una demanda de 94 camiones de 29,5 toneladas. En definitiva, para la localidad de Pemuco se considerará desde la situación base un flujo de 47 camiones de más de 2 ejes con origen en la Ruta N-887 y destino la Ruta N-85 y 47 camiones de más de 2 ejes en sentido inverso, con origen en la Ruta N-85 y destino la Ruta N-887.

Para el caso de la localidad de Yungay, se estima que se producirá una demanda anual de camiones con acoplado de 23.101 vehículos (en un sentido de circulación) que emplearán la conexión oriente-poniente tipo by-pass. A nivel de TMDA (viajes ida y retorno), se estima una demanda de 126 camiones de 29,5 toneladas. En definitiva, para la localidad de Yungay se considerará desde la situación base un flujo de 63 camiones de más de 2 ejes con origen en la Ruta N-395 y destino la Ruta Q-97-N y 63 camiones de más de 2 ejes en sentido inverso, con origen en la Ruta Q-97-N y destino la Ruta N-935.

13.4 Modelación y Simulación de las Alternativas de Anteproyecto

En la presente etapa de evaluación económica-social, se evaluaron las soluciones que se desarrollaron a nivel de anteproyecto. Para lo anterior, se consideró cada uno de los sectores bajo análisis, los cuales corresponden a los siguientes:

- Sector Chillán - Variante San Ignacio
- Sector Quiriquina - Pueblo Seco
- Sector Pemuco
- Sector Yungay

Específicamente, las alternativas modeladas y evaluadas son 8 en total (varias de ellas han sido evaluadas por tramos) y corresponden a las siguientes:

- **Sector Chillán – Variante San Ignacio.** Se evalúa la alternativa desarrollada a nivel de anteproyecto, denominada **Alternativa CHI-QUI-02**, que considera en su punto de remate sur una modificación en su emplazamiento, presentando continuidad hacia Quiriquina y no hacia San Ignacio como era la alternativa evaluada en la etapa de “Estudio de Demanda y Selección de Alternativas”. Asimismo, considera un desnivel superior en el cruce de la ruta N-59-Q con la ruta N-655 (Camino a San Ignacio) y cruces a nivel con todo el resto de los caminos enrolados. En definitiva, considera 17,5 km de doble calzada.
- **Sector Quiriquina - Pueblo Seco.** Se evalúa la alternativa desarrollada a nivel de anteproyecto, denominada **Alternativa QUI-PUS-01**, que corresponde a un by-pass que acoge a los flujos que circulan en sentido norte-sur y que se emplaza al oriente de la ruta N-59-Q, considerando una calzada simple de una longitud de 13,8 km. En el sector sur de la solución, se considera adicionalmente una conexión en sentido oriente-poniente, al sur de la localidad de Pueblo Seco. Se consideran desniveles superiores en el punto de inicio y en el punto de remate del proyecto.
- **Sector Pemuco.** Se evalúan tres soluciones conforme a las alternativas desarrolladas a nivel de anteproyecto. Ellas son:
 - **Alternativa PEM-02**, correspondiente a un by-pass para los flujos que circulan en sentido norte-sur, emplazado al poniente de la ruta N-59-Q, en el sector correspondiente a la localidad de Pemuco. Considerando una calzada simple de una longitud de 10,4 km. Para este elemento vial en particular, se han definido dos tramos de análisis, al norte de la Ruta N-85 (tramo norte) y al sur de la ruta N-85 (tramo sur).
 - **Alternativa PEM-07**, correspondiente a una conexión oriente-poniente, tipo by-pass, emplazada inmediatamente al sur de la localidad de Pemuco, considerando una calzada simple de una pista según sentido de circulación y que se desarrolla en una longitud de 6,5 km.
 - **Alternativa PEM-04**, correspondiente a un sistema que lo conforman los dos proyectos anteriores, PEM-02 (ambos tramos) y PEM-07, considerando una longitud total de 13,5 km. Un aspecto a considerar es que ambas alternativas que componen al sistema, tienen un tramo en común de 3,5 km., lo que da lugar a una evidente complementación que minora los costos de inversión.

- **Sector Yungay.** Se evalúan tres soluciones conforme a las alternativas desarrolladas a nivel de anteproyecto. Ellas son:
 - **YUN-02**, correspondiente a un by-pass para los flujos que circulan en sentido norte-sur, emplazado al poniente de la Ruta N-59-Q, en el sector correspondiente a la localidad de Yungay, considerando una calzada simple de una longitud de 13,2 km.
 - **YUN-07**, correspondiente a una conexión oriente-poniente, tipo by-pass, emplazada inmediatamente al sur de la localidad de Yungay, considerando una calzada simple de una pista por sentido que se desarrolla en una longitud de 6,9 km.
 - **YUN-04**, correspondiente a un sistema que lo conforman los dos proyectos anteriores, YUN-02 y YUN-07, considerando una longitud total de 20,0 km.

Para efectos de incorporar en las redes de modelación SATURN los costos de operación de los vehículos (COV) asociados a cada alternativa de anteproyecto, en primera instancia se simuló mediante la aplicación del modelo HDM-4 (versión 2), el cual fue configurado empleando el archivo “*objects.dat*” definido por MIDESO, el que incorpora todos los parámetros calibrados para Chile y cuyo detalle ya fue descrito en etapas anteriores. Una vez obtenidos los valores asociados a los costos de operación de cada alternativa, éstos fueron incorporados al modelo SATURN, mediante el cual se simuló operativamente las redes viales a modo de obtener la asignación a la red de la demanda vehicular y las principales variables operacionales (tiempos de viaje, grados de saturación, largos de cola y otros).

13.5 Costos de Inversión de los Anteproyectos

13.5.1 Montos de Inversión de los Anteproyectos, Provisión de Infraestructura

A partir de los anteproyectos desarrollados, se determinaron los montos de inversión en términos privados, sociales y los valores residuales correspondientes a los anteproyectos desarrollados.

Los valores privados corresponden a los costos de inversión que se obtienen de la aplicación de los precios privados de las distintas partidas a las cubicaciones estimadas para cada anteproyecto.

Los valores sociales se derivan a partir de los precios de mercado, eliminando las transferencias y distorsiones que presentan los precios de mercado (aranceles, impuestos, etc.), según el instructivo generado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) a diciembre de 2021.

Para el cálculo de los valores residuales, se ha hecho abstracción del costo de oportunidad económico, que es posible estimarse al final del horizonte de evaluación del proyecto. Dada la complejidad que lo anterior significa, se ha preferido aplicar un enfoque ingenieril, que correspondería a la estimación de la depreciación de las inversiones según la vida útil de cada una de ellas.

En el cuadro N° 13.5-1 siguiente, se reportan los montos de inversión privado, social y valor residual en miles de pesos, para cada una de las soluciones anteproyectadas.

CUADRO N° 13.5-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DE LOS MONTOS DE INVERSIÓN, SEGÚN SECTOR Y SOLUCIONES ANTEPROYECTADAS
(miles de \$ al 31 de diciembre del 2021)

DESIGNACIÓN	SECTOR CHILLÁN VIEJO-VARIANTE SAN IGNACIO	SECTOR QUIRIQUINA - PUEBLO SECO	SECTOR PEMUCO					SECTOR YUNGAY				
	CHI-QUI-02	QUI-PUS-01	PEM-02 TRAMO NORTE	PEM-02 TRAMO SUR	PEM-02 TOTAL	PEM-04	PEM-07	YUN-02 TRAMO NORTE	YUN-02 TRAMO SUR	YUN-02 TOTAL	YUN-04	YUN-07
Preparación del Área de Trabajo	518.547	141.592	48.568	66.634	115.202	134.820	42.355	56.126	40.932	97.058	213.837	116.779
Movimiento de Tierras (Vial)	8.110.350	5.198.970	1.784.523	2.164.706	3.949.229	4.795.342	1.826.723	2.738.328	2.983.172	5.721.500	6.242.880	521.380
Capas Granulares	1.937.707	1.482.812	469.153	668.114	1.137.267	1.458.904	694.402	815.196	607.576	1.422.773	2.114.197	691.424
Revestimientos y Pavimentos	10.900.981	4.314.697	1.172.370	1.651.749	2.824.119	3.604.919	1.685.717	2.436.367	1.792.132	4.228.498	5.842.754	1.614.256
Estructuras y Puentes	10.192.935	3.374.736	625.966	2.411.271	3.037.237	4.019.901	2.118.238	2.567.826	1.351.038	3.918.864	5.517.317	1.598.453
Saneamiento y Obras Conexas	333.845	992.270	232.146	312.860	545.006	689.642	312.262	325.961	223.672	549.633	1.037.249	487.616
Control y Seguridad	4.701.045	2.990.705	937.855	1.172.765	2.110.620	2.687.270	1.244.963	1.370.262	1.098.191	2.468.453	3.171.988	703.535
Cambio de Servicios	4.424.228	142.825	1.962	32.598	34.559	62.686	60.724	41.846	73.388	115.234	658.358	543.124
Paisajismo	553.287	161.991	27.126	50.052	77.179	104.072	58.061	89.348	69.927	159.275	202.258	42.983
Medidas de Mitigación	294.383	185.360	57.015	86.280	143.294	185.698	91.548	116.628	89.399	206.027	295.209	89.182
Iluminación	1.583.949	240.198	41.636	59.879	101.515	130.147	61.814	47.013	16.675	63.688	435.225	371.537
Desvíos de Tránsito	857.552	265.936	69.698	125.691	195.389	251.879	121.959	151.435	102.271	253.706	410.068	156.362
Proyecto y Asesoría	2.220.440	974.605	273.343	440.188	713.531	906.188	415.938	537.817	422.419	960.235	1.307.067	346.832
Imprevistos (10% Subtotal)	4.905.073	2.241.140	637.108	1.014.786	1.651.894	2.106.841	982.214	1.204.405	943.096	2.147.502	3.134.730	987.228
Subtotal	51.534.322	22.707.839	6.378.469	10.257.573	16.636.041	21.138.308	9.716.918	12.498.556	9.813.888	22.312.444	30.583.134	8.270.690
IVA 19%	9.791.521	4.314.489	1.211.909	1.948.939	3.160.848	4.016.279	1.846.214	2.374.726	1.864.639	4.239.364	5.810.795	1.571.431
Expropiaciones	4.641.926	2.919.304	904.222	1.344.098	2.248.320	2.944.660	1.503.370	1.287.718	982.590	2.270.308	5.205.960	2.935.652
Total Privado sin IVA	56.176.248	25.627.142	7.282.691	11.601.670	18.884.361	24.082.968	11.220.287	13.786.274	10.796.478	24.582.752	35.789.094	11.206.342
Total Privado con IVA	65.967.769	29.941.631	8.494.600	13.550.609	22.045.209	28.099.247	13.066.502	16.161.000	12.661.116	28.822.117	41.599.890	12.777.773
Total Social	53.020.101	24.253.518	6.900.518	10.979.538	17.880.056	22.792.459	10.602.544	13.099.326	10.254.918	23.354.245	34.096.405	10.742.160
Valor Residual (Social)	28.092.507	12.733.523	3.632.673	6.100.091	9.732.765	12.432.191	5.825.444	7.030.535	5.558.263	12.588.798	18.986.951	6.398.153
Longitud de Alternativa (km)	17,59	13,84	4,62	5,82	10,44	13,46	6,53	8,04	5,11	13,15	20,01	6,86
Miles de Pesos por Kilómetro	3.750.104	2.163.677	1.838.370	2.329.601	2.112.130	2.087.299	2.001.012	2.010.694	2.476.517	2.191.797	2.078.540	1.861.564

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe señalar que los montos de inversión reportados, corresponden a los calculados en la etapa de anteproyecto, precisados sobre una restitución aerofotogramétrica escala 1:1.000.

Una vez cuantificadas las obras involucradas, se aplicaron los precios unitarios reportados en el "Estudio de Ingeniería Reposición Ruta N-59-Q, Sector Chillán-Yungay" realizado el año 2016 y con precios actualizados al **31 de diciembre de 2021, considerando un valor para la UF de \$ 30.991,74.**

El valor social de cada alternativa de solución se determinó a partir del precio privado, considerando para este efecto una desagregación en componentes básicas para la evaluación social de proyectos. El procedimiento en cuestión ya se ha descrito en la sección 11.6 "Cubicaciones y Presupuestos".

La estimación de los precios sociales se realizó considerando el documento "Precios Sociales Vigentes 2022", publicado por el Departamento de Metodologías - División de Evaluación Social de Inversiones, del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, cuyo vector de factores para los precios sociales se reporta en el cuadro N° 13.5-2 adjunto.

CUADRO N° 13.5-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTORES DEL VECTOR DE PRECIOS SOCIALES VIGENTE, PROCESO PRESUPUESTARIO 2022

PARÁMETRO	FACTORES DE PRECIOS SOCIALES
Mano de Obra no Calificada (MONC)	0,91
Mano de Obra Semi Calificada (MOSC)	0,95
Mano de Obra Calificada (MOC)	0,97
Factor de Corrección Social de la Divisa (FCSD)	1,00
Componente Nacional (MNAC)	1,00
Impuesto (IMPTO)	0

Fuente: Documento Precios Sociales Vigentes 2022, del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF).

Para este estudio se consideraron los factores residuales que se indican en el cuadro N° 13.5-3 siguiente.

CUADRO N° 13.5-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
FACTORES RESIDUALES CONSIDERADOS

PARTIDA	FACTOR RESIDUAL
Movimiento de Tierras	0,80
Capas Granulares	0,80
Revestimientos y Pavimentos	0,40
Estructuras y Obras Conexas	0,80
Drenaje y Protección de la Plataforma	0,40
Cambios de Servicios	0,80
Expropiaciones	1,00

Fuente: Elaboración Propia.

13.5.2 Montos de Inversión de Medidas Ambientales, en la Etapa de Construcción

En la etapa de construcción, se genera una serie de alteraciones ambientales en el entorno al proyecto, que es necesario minimizarlas, lo que implica implementar una serie de medidas de mitigación. Los costos asociados a cada una de las medidas de mitigación, se reportan en el cuadro N° 13.5-4 adjunto.

CUADRO N° 13.5-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
COSTOS DE MITIGACIÓN ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN (AÑO 1) DE LOS ANTEPROYECTOS, SEGÚN ALTERNATIVA
(miles de pesos a diciembre de 2021)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN			SECTOR CHILLÁN VIEJO-VARIANTE SAN IGNACIO	SECTOR QUIRIQUINA - PUEBLO SECO	SECTOR PEMUCO					SECTOR YUNGAY				
COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA AMBIENTAL	CHI-QUI-02	QUI-PUS-01	PEM-02 NORTE	PEM-02 SUR	PEM-02 TOTAL	PEM-07	PEM-04	YUN-02 NORTE	YUN-02 SUR	YUN-02 TOTAL	YUN-04	YUN-07
Calidad de Aire	Alteración de la Calidad del Aire en Áreas Sensibles	Humectación de caminos y huellas interiores de las faenas (mensual)	68.972	43.429	13.358	20.215	33.573	21.449	43.508	27.325	20.946	48.271	69.166	20.895
		Instalación de Malla Raschel en frentes de trabajo (200 m)	2.886	1.817	559	846	1.404	897	1.820	1.143	876	2.019	2.894	874
		Encarpado de tolvas de camiones y de acopios de estériles	7.918	4.985	1.533	2.321	3.854	2.462	4.995	3.137	2.404	5.541	7.940	2.399
		Lavado de ruedas de vehículos (mensual)	44.710	28.152	8.659	13.104	21.763	13.904	28.203	17.713	13.578	31.291	44.835	13.545
		Cubrimiento de acopios de materiales	422	266	82	124	205	131	266	167	128	296	423	128
		Restricción de velocidades de circulación (por señal)	105.570	66.473	20.446	30.941	51.387	32.830	66.594	41.824	32.060	73.884	105.866	31.982
Niveles de Ruidos	Incremento de los Niveles de Ruidos basales en Áreas Sensibles	Instalación de Pantallas Acústicas Móviles en frentes de trabajo (200 m)	15.413	9.705	2.985	4.517	7.503	4.793	9.723	6.106	4.681	10.787	15.456	4.669
Calidad del Agua	Alteración de la calidad del agua por aporte de desechos orgánicos de trabajadores	Utilización de baños químicos	20.269	12.763	3.926	5.941	9.866	6.303	12.786	8.030	6.155	14.186	20.326	6.141
Flora y Fauna	Intervención en hábitat	Proteger los sectores aledaños al área de proyecto (global)	5.278	3.324	1.022	1.547	2.569	1.642	3.330	2.091	1.603	3.694	5.293	1.599
Calidad de Vida	Cortes de servicios básicos	Generación de un Plan de Comunicación indicando fechas y horas de cortes (global)	14.076	8.863	2.726	4.125	6.852	4.377	8.879	5.577	4.275	9.851	14.115	4.264
Calidad del Paisaje	Deterioro por implementación de faenas y desarrollo del proyecto	Habilitar contenedores para la disposición de basuras y escombros	8.868	5.584	1.717	2.599	4.317	2.758	5.594	3.513	2.693	6.206	8.893	2.686
Total sin IVA (miles de pesos)			294.383	185.360	57.015	86.280	143.295	91.548	185.698	116.628	89.399	206.027	295.208	89.182
Total con IVA (miles de pesos)			350.316	220.579	67.848	102.673	170.520	108.942	220.981	138.787	106.384	245.172	351.298	106.126

Fuente: Elaboración Propia.

13.6 Estimación de Beneficios

El proceso de cálculo de los beneficios asociados a cada alternativa de anteproyecto, pasó por el cálculo detallado de los recursos físicos involucrados en la operación de cada una de las situaciones modeladas. Luego, a través del vector precios sociales, se transformaron a unidades monetarias y finalmente, a partir de estos últimos, se determinaron los beneficios respectivos.

13.7 Indicadores de Rentabilidad

El cálculo de indicadores de rentabilidad económica tiene como objetivo entregar cifras que sirvan de apoyo a la toma de decisiones, de manera que permitan definir la rentabilidad de los anteproyectos y, de esta forma, determinar un orden de prioridades entre ellas. Para su concreción, el análisis se basó en el uso de indicadores de corto y largo plazo.

Al respecto, en el caso del corto plazo, se utilizó la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y el Valor Actualizado Neto al primer año de operación (VAN 1). Para el largo plazo, se empleó la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actualizado Neto (VAN). Un resumen con los indicadores de rentabilidad obtenidos, se reporta en el cuadro N° 13.7-1.

CUADRO N° 13.7-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON INDICADORES DE RENTABILIDAD ECONÓMICA
(millones de pesos a diciembre de 2021)

ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN	MONTOS DE INVERSIÓN (millones de pesos)			BENEFICIOS (millones de pesos)		INDICADORES DE RENTABILIDAD				AÑO ÓPTIMO INVERSIÓN
		PRIVADO	SOCIAL	VALOR RESIDUAL	2026	2035	TRI (%)	VAN1	TIR (%)	VAN	
CHI-QUI-02	Sector Chillán – Variante San Ignacio, calzada doble	65.968	53.020	28.093	16.594	33.790	31,3	12.654	40,2	312.736	2025
QUI-PUS-01	Sector Quiriquina – Pueblo Seco, by-pass norte-sur, emplazado al oriente, calzada simple	29.942	24.254	12.734	1.445	3.471	6,0	0	11,0	15.928	2025
PEM-02 Tramos Norte y Sur	Sector Pemuco, by-pass norte-sur completo, emplazado al poniente, calzada simple	22.045	17.880	9.733	687	961	3,8	-364	3,7	-4.308	2038
PEM-02 Tramo Norte	Sector Pemuco, by-pass norte-sur, tramo norte, emplazado al poniente, calzada simple	8.495	6.901	3.633	647	878	9,4	220	11,0	3.893	2025
PEM-04	Sector Pemuco, by-pass norte-sur completo, emplazado al poniente + conexión oriente-poniente, calzada simple	28.099	22.792	12.432	1.012	1.607	4,4	-335	5,4	-1.540	2031
PEM-07	Sector Pemuco, conexión oriente-poniente	13.067	10.603	5.825	351	701	3,3	-269	4,8	-1.367	2033
PEM-07 (*)	Sector Pemuco, conexión oriente-poniente, evaluación incremental sobre PEM-02 tramos norte y sur	6.054	4.912	2.699	325	646	6,6	29	10,5	2.766	2025
YUN-02	Sector Yungay, by-pass norte-sur, emplazado al poniente, calzada simple	28.822	23.354	12.589	682	1.222	2,9	-678	3,4	-6.373	2037
YUN-04	Sector Yungay, by-pass norte-sur, emplazado al poniente + conexión oriente-poniente, calzada simple	41.600	34.096	18.987	1.193	2.134	3,5	-805	4,6	-5.369	2034
YUN-07	Sector Yungay, conexión oriente-poniente	12.778	10.742	6.398	595	1.147	5,5	-47	8,6	3.424	2026

Fuente: Elaboración Propia.

(*) Evaluación Incremental de PEM-07, considerando ya implementada la alternativa PEM-02.

Los resultados del cuadro anterior indican que, la **Alternativa CHI-QUI-02** correspondiente a la doble calzada para el Sector Chillán Viejo – Variante San Ignacio, es rentable tanto en corto como en el largo plazo, con altos indicadores de rentabilidad, 31,3% de TRI y una TIR del 40,2%. Cabe señalar que para la evaluación de alternativas preliminares se obtuvo una TIR de un 15,4% y en la evaluación definitiva subió a un 40,2%. Lo anterior se explica debido a los cambios que se generaron para esta alternativa, considerando su continuidad hacia el sector de Quiriquina y no hacia San Ignacio, además de un desnivel de alto estándar para el cruce de la ruta N-59-Q con la Variante San Ignacio (ruta N-655).

Para el Sector Quiriquina - Pueblo Seco, la **Alternativa QUI-PUS-01** correspondiente a un by-pass norte-sur, emplazado al oriente de ambas localidades y considerando una calzada simple, es rentable tanto en el corto como en el largo plazo, con una TRI del 6,0% y una TIR del 11,0 %.

Para las alternativas asociadas al sector de Pemuco, la **Alternativa PEM-02** (tramos norte y sur evaluados simultáneamente), correspondiente al by-pass norte-sur, emplazado al poniente de la localidad y propuesto en calzada simple, arrojó una TIR de 3,7%, no recomendándose su implementación hasta el año 2038. Cabe recordar que para la evaluación de alternativas preliminares, esta solución obtuvo una TIR de 6,4%. Los resultados se explican debido a una disminución marginal de los beneficios al considerarse todos los períodos y cortes temporales y a un aumento significativo de los costos de inversión. En definitiva, los resultados verifican que no es rentable como un elemento integral, de tal forma que de acuerdo a la asignación de tráfico determinada, se ha decidido evaluar en forma independiente el tramo norte, **Alternativa PEM-02** tramo norte, en que se ha verificado su rentabilidad en el corto y largo plazo, reportándose una TRI de 9,4% y una TIR de 11,0%. El tramo sur no ha sido evaluado dada su baja asignación de flujo (ver cuadro N° 13.8-1) y alta inversión (ver cuadro N° 13.5-1).

Por otra parte, para la **Alternativa PEM-07**, que corresponde a la conexión oriente-poniente emplazada inmediatamente al sur de la localidad de Pemuco, **evaluada en forma individual**, no es rentable en el corto plazo (TRI de 3,3%) y tampoco es rentable en el largo plazo (TIR de 4,8%). Ahora bien, si se evalúan ambos proyectos en conjunto (Alternativa PEM-02 completo considerando tramos norte y sur y Alternativa PEM-07) que corresponden a la denominada **Alternativa PEM-04**, se ha verificado que tampoco es rentable tanto en el corto plazo como en el largo plazo, con una TRI de 4,4% y una TIR de un 5,4%.

Finalmente, del **análisis incremental** desarrollado para la **Alternativa PEM-07**, suponiendo que se encuentra implementada la **Alternativa PEM-02** completa (tramos norte y sur), se verifica su rentabilidad presentando una TRI del 6,6% y una TIR del 10,5%.

En relación a las alternativas de anteproyectos asociadas al sector de Yungay, la **Alternativa YUN-02** correspondiente al by-pass norte-sur emplazado al poniente e implementado en calzada simple, no es rentable ni el corto ni en el largo plazo, presentando una TRI del 2,9% y una TIR del 3,4%.

Para la **Alternativa YUN-07** que considera una conexión oriente-poniente, emplazada inmediatamente al sur de Yungay, su evaluación indica que el proyecto es rentable en el largo plazo, presentando una TIR del 8,6%, en tanto que en el corto plazo presenta una TRI del 5,5%, razón por la cual se recomienda posponer su construcción, según lo que indica el cálculo del año óptimo de inversión, que correspondería al año 2026.

Cuando se evalúan ambas soluciones en conjunto (Alternativa YUN-02 y Alternativa YUN-07), correspondiente a la **Alternativa YUN-04**, también se verifica que no se conforma un proyecto rentable ni en el corto plazo ni en el largo plazo, reportándose una TRI del 3,5% y una TIR del 4,6%.

13.8 Determinación de la Demanda Vehicular Según Alternativa

Un resultado significativo de esta etapa, se refiere al flujo vehicular asignado en el eje de proyecto de cada una de las alternativas de anteproyecto. Al respecto, a partir de las simulaciones realizadas, se determinó el TMDA respectivo y los resultados de este proceso se reportan en el cuadro N° 13.8-1 y en las figuras N° 13.8-1 a N° 13.8-4, según alternativa analizada.

CUADRO N° 13.8-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DEL TMDA OBTENIDO SEGÚN ALTERNATIVA, CORTE TEMPORAL AÑO 2026
(veh/día)

SECTOR	ALTERNATIVA	VÍA	TRAMO (entre)	VEH.LIV	CAM 2E	CAM +2E	BUSES	TOTAL
Chillán Viejo – Variante San Ignacio	Situación Base	N-59-Q	Ruta N-599 y N-603	10.737	908	437	774	12.856
	CHI-QUI-02	N-59-Q	Ruta N-599 y N-603	14.029	908	486	774	16.197
Quiriquina – Pueblo Seco	QUI-PUS-01 (tramo norte)	By-Pass N-S	Ruta N-59-Q y N-685	6.507	88	35	0	6.630
	QUI-PUS-01 (centro)	By-Pass N-S	Ruta N-685 y N-689	6.550	56	2	0	6.608
	QUI-PUS-01 (tramo sur)	By-Pass N-S	Ruta N-689 y N-59-Q	5.574	16	4	0	5.594
	QUI-PUS-01 (tramo poniente)	Conexión O-P	Ruta N-59-Q y N-75	1.227	0	0	0	1.227
Pemuco	PEM-02 (tramo norte)	By-Pass	Ruta N-59-Q y N-85	77	115	705	0	898
	PEM-02 (tramo sur)	By-Pass	Ruta N-85 y N-59-Q	114	14	7	0	135
	PEM-07(tramo poniente)	Conexión O-P	Ruta N-85 y N-59-Q	559	34	177	0	770
	PEM-07(tramo oriente)	Conexión O-P	Ruta N-59-Q y N-87	1.586	28	197	0	1.811
Yungay	YUN-02 (tramo norte)	By-Pass N-S	Ruta N-59-Q y Q-97-N	1.001	222	49	0	1.272
	YUN-02 (tramo sur)	By-Pass N-S	Ruta Q-97-N y N-59-Q	860	212	102	0	1.174
	YUN-07(tramo poniente)	Conexión O-P	Ruta Q-97-N y N-59-Q	1.785	41	246	0	2.072
	YUN-07(tramo oriente)	Conexión O-P	Ruta N-59-Q y N-935	1.156	132	192	0	1.480

Fuente: Elaboración Propia.

Del cuadro anterior podemos observar que para el Sector Chillán Viejo - Variante San Ignacio, se produce un flujo reasignado de aproximadamente 4.000 veh/día, aumentando en alrededor de un 30% el flujo en la Ruta N-59-Q.

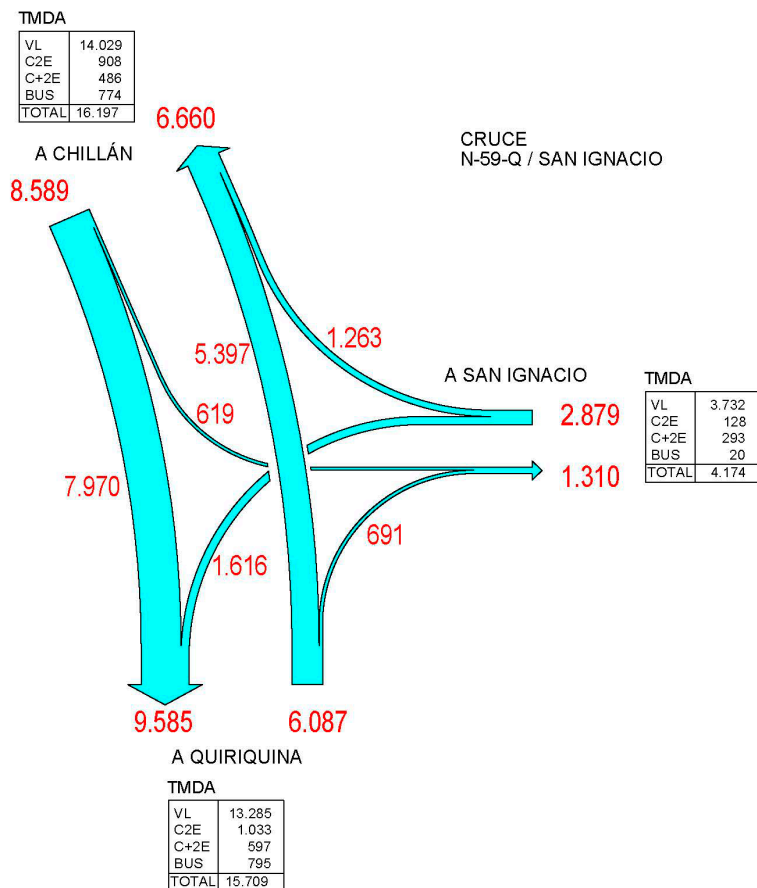
En el caso del Sector Quiriquina - Pueblo Seco, para el by-pass norte-sur, en general se tiene un TMDA promedio de 6.000 veh/día y sólo en la conexión final complementaria hacia la Ruta N-773 (Los Notros), el flujo baja ostensible, llegando a un TMDA de 1.230 veh/día.

Para el sector de Pemuco, la **Alternativa PEM-02** (tramos norte y sur) correspondiente al by-pass norte-sur emplazado al poniente de la localidad, presenta mucho menos flujo en su tramo sur (TMDA de 135 veh/día) respecto del norte (TMDA de 898 veh/día), presentando en promedio un TMDA de 517 veh/día. Dado lo anterior, es evidente que existe un punto de quiebre en la Ruta N-85. En definitiva, se detecta un tráfico importante de vehículos de carga que circulan desde la Ruta N-59-Q al norte de Pemuco hacia la Ruta N-85 con destino a la Ruta 5.

No ocurre la misma situación al sur de Pemuco. Cabe reconocer que las expectativas de reasignación hacia el by-pass norte-sur, **Alternativa PEM-02**, eran muy superiores a las obtenidas, explicándose lo anterior por significativamente mayor recorrido geométrico que no es compensado en su totalidad por menores tiempos de viaje. A la luz de los resultados, resulta evidente lo poco atractivo de este elemento para los flujos de paso. Para la **Alternativa PEM-07** que corresponde a la conexión oriente-poniente, el flujo es mayor en el tramo oriente con un TMDA de 1.811 veh/día, que baja a 770 veh/día en su tramo poniente.

Finalmente, para los anteproyectos asociados al sector de Yungay, la **Alternativa YUN-02** que corresponde al by-pass norte-sur emplazado al poniente de la localidad, presenta un flujo parejo en toda su extensión con un TMDA aproximado de 1.200 veh/día. Para la **Alternativa PEM-07** que corresponde a la conexión oriente-poniente, el flujo es mayor en el tramo poniente con un TMDA de 2.072 veh/día, pasando a 1.480 veh/día en el tramo oriente.

FIGURA N° 13.8-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA ALTERNATIVA CHI-QUI-02, CRUCE N-59-Q / VARIANTE SAN IGNACIO



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 13.8-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA ALTERNATIVA QUI-PUS-01. BY-PASS NORTE-SUR. QUIRIQUINA - PUEBLO SECO

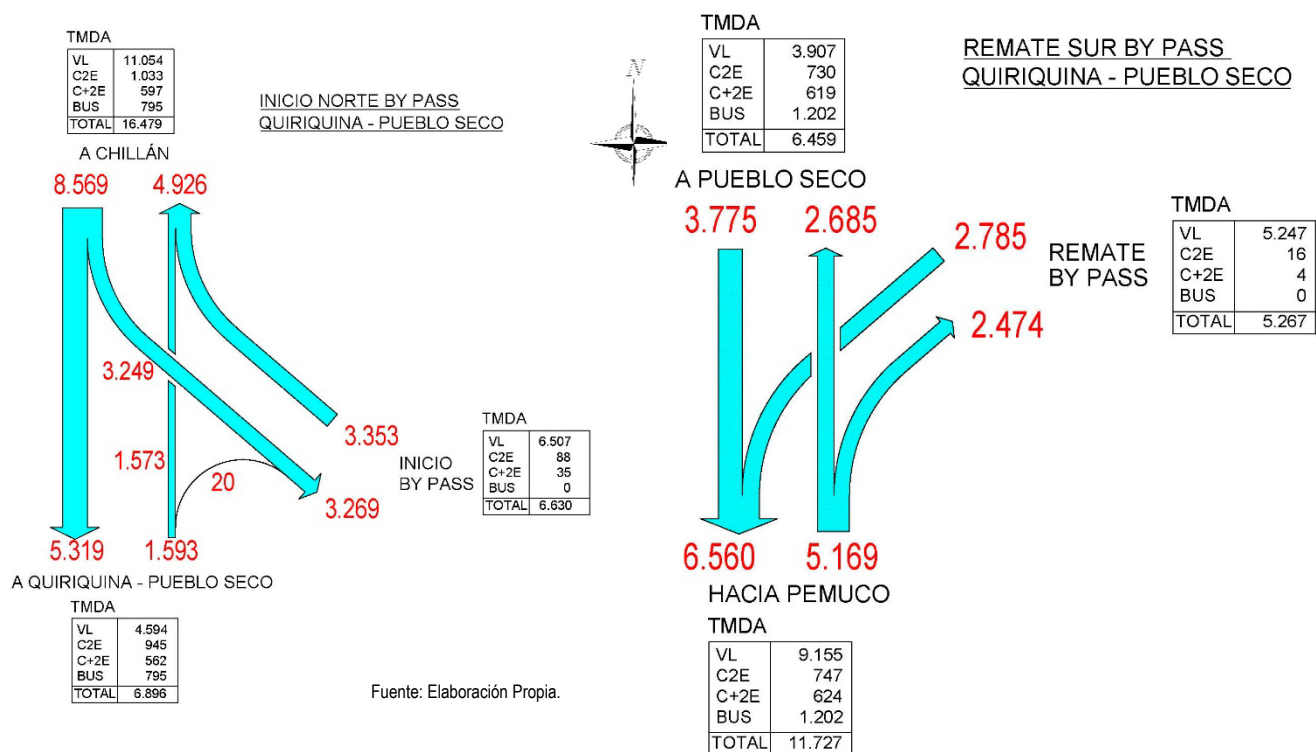


FIGURA N° 13.8-3
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA ALTERNATIVA PEM-02. BY-PASS NORTE-SUR. PEMUCO

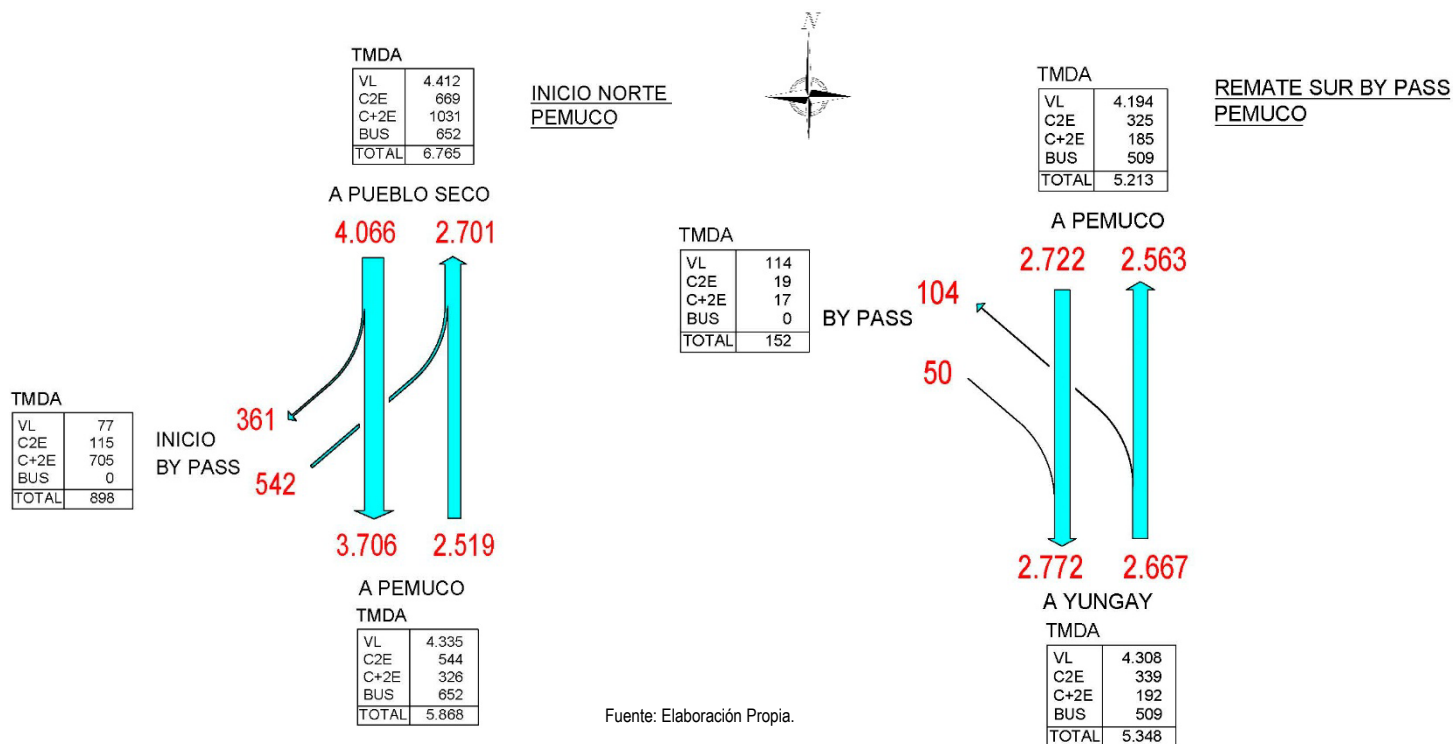
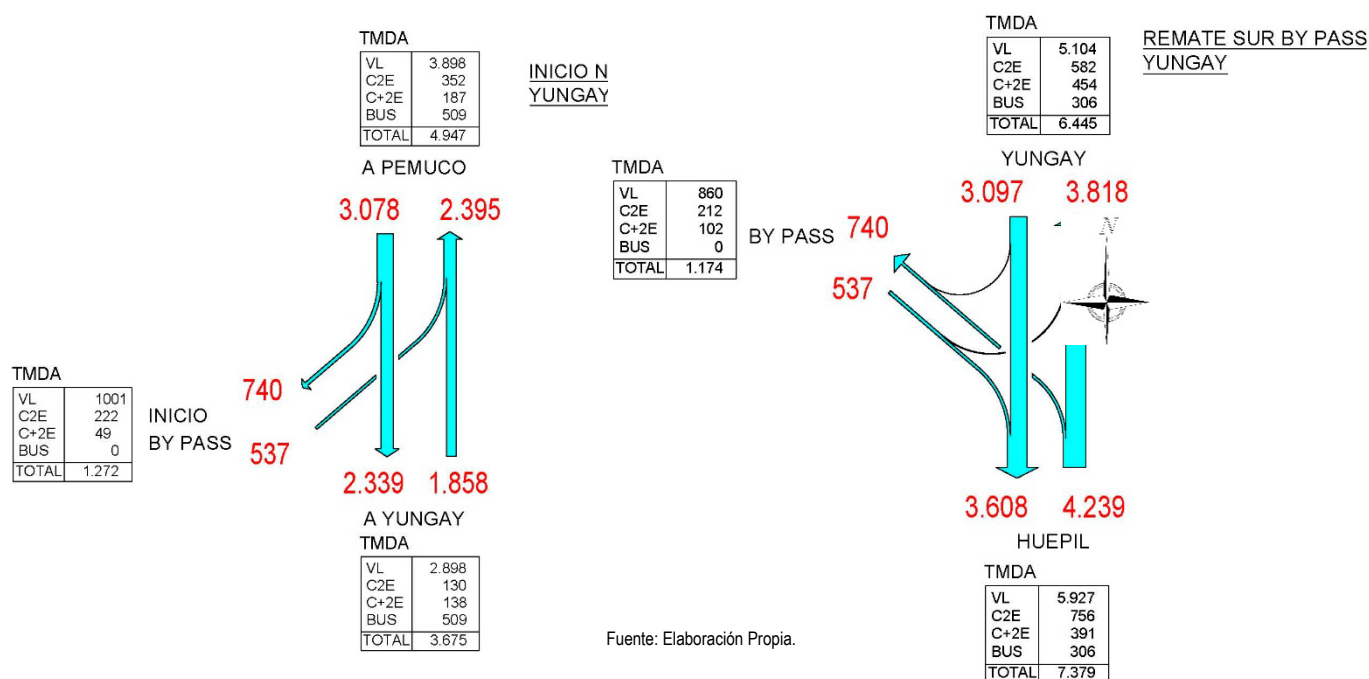


FIGURA N° 13.8-4
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
TMDA ALTERNATIVA YUN-02, BY-PASS NORTE-SUR, YUNGAY



13.9 Escenario de Sensibilización, Bajo Supuesto de Doble Calzada Chillán – Variante San Ignacio Previamente Implementada

Como corolario al capítulo de evaluación económica, se ha desarrollado una evaluación adicional bajo el supuesto de que se encuentra implementada la doble calzada Chillán – Variante San Ignacio, maximizándose de esta forma la afluencia vehicular sobre los tramos restantes del proyecto.

Específicamente los sectores sujetos a esta evaluación económica bajo un escenario de sensibilización, corresponden a:

- Sector Quiriquina - Pueblo Seco
- Sector Pemuco
- Sector Yungay

Esta evaluación, considerando implementada la doble calzada del sector Chillán Viejo – Variante San Ignacio, en lo particular aumenta la demanda sobre la Ruta N-59-Q, por lo que se esperan mayores beneficios para las alternativas de los tramos recién mencionados y por ende mejores (mayores) indicadores de rentabilidad económica. Como la evaluación de los tramos mencionados se realizó considerando subredes que abarcan sólo el área directa de implementación de los proyectos, las matrices origen-destino con que se trabajó para los distintos cortes de la red, se obtuvieron de un escenario base que considera implementada la segunda calzada en el sector de Chillán Viejo – Variante San Ignacio.

A continuación, en el cuadro N° 13.9-1 se presentan los beneficios obtenidos para las distintas alternativas asociadas a los sectores reevaluados, para los cortes temporales 2026 y 2035.

CUADRO N° 13.9-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN DE BENEFICIOS SEGÚN ALTERNATIVA DE ANTEPROYECTO. CORTE TEMPORAL AÑO 2026 y 2035
(m\$/año)

ALTERNATIVA	CORTE AÑO 2026	CORTE AÑO 2035
QUI-PUS-01	1.522.067	3.869.715
PEM-02 (Tramos Norte y Sur)	739.171	1.014.624
PEM-02 (Tramo Norte)	702.136	984.538
PEM-04	1.061.757	1.57.281
PEM-07	339.087	618.825
YUN-02	710.195	1.246.440
YUN-04	1.172.259	2.102.730
YUN-07	573.654	1.124.119

Fuente: Elaboración Propia.

Obtenidos los beneficios con la demanda adicional se procedió a estimar los indicadores de rentabilidad para este escenario, los cuales se reportan en el cuadro N° 13.9-2.

CUADRO N° 13.9-2
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
RESUMEN CON INDICADORES DE RENTABILIDAD ECONÓMICA - ESCENARIO DE SENSIBILIZACIÓN
(millones de pesos a diciembre de 2021)

ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN	MONTOS DE INVERSIÓN (millones de pesos)			BENEFICIOS (millones de pesos)		INDICADORES DE RENTABILIDAD				AÑO ÓPTIMO INVERSIÓN
		PRIVADO	SOCIAL	VALOR RESIDUAL	2026	2035	TRI (%)	VAN1	TIR (%)	VAN	
QUI-PUS-01	Sector Quiriquina – Pueblo Seco, by-pass norte-sur, emplazado al oriente, calzada simple	29.942	24.254	12.734	1.522	3.869	6,3	73	12,1	19.924	2025
PEM-02 (Tramos Norte y Sur)	Sector Pemuco, by-pass norte-sur completo, emplazado al poniente, calzada simple	22.045	17.880	9.733	739	1.015	4,1	-315	4,0	-3.697	2036
PEM-02 (Tramo Norte)	Sector Pemuco, by-pass norte-sur, tramo norte, emplazado al poniente, calzada simple	8.495	6.901	3.633	702	985	10,2	272	12,2	5.023	2025
PEM-04	Sector Pemuco, by-pass norte-sur completo, emplazado al poniente + conexión oriente-poniente, calzada simple	28.099	22.792	12.432	1.062	1.573	4,7	-288	5,3	-1.780	2031
PEM-07	Sector Pemuco, conexión oriente-poniente	13.067	10.603	5.825	339	619	3,2	-280	4,1	-2.186	2035
YUN-02	Sector Yungay, by-pass norte-sur, emplazado al poniente, calzada simple	28.822	23.354	12.589	710	1.246	3,0	-652	3,5	-6.086	2037
YUN-04	Sector Yungay, by-pass norte-sur, emplazado al poniente + conexión oriente-poniente, calzada simple	41.600	34.096	18.987	1.172	2.103	3,4	-824	4,5	-5.712	2034
YUN-07	Sector Yungay, conexión oriente-poniente	12.778	10.742	6.398	574	1.124	5,3	-67	8,4	3.168	2027

Fuente: Elaboración Propia.

Realizando una comparación con la evaluación del proyecto puro, los resultados obtenidos para el mismo proyecto bajo el escenario de sensibilización, en general para todas las alternativas de by-pass que acogen a los flujos que circulan en sentido norte-sur, presentan beneficios superiores, del orden del 5% al 8%, lo cual no impacta significativamente en los indicadores de rentabilidad. Efectivamente los indicadores de rentabilidad no se ven modificados al punto de cambiar la decisión de inversión.

13.10 Comentarios y Conclusiones

La evaluación económica de las alternativas en cuestión, consistió en modelar, simular, evaluar y determinar indicadores de rentabilidad para cada una de ellas, que en definitiva corresponden a las soluciones desarrolladas a nivel de anteproyecto.

En definitiva, es posible emitir los siguientes comentarios y conclusiones:

- **Sector Chillán Viejo - Variante San Ignacio**, en que se evalúa la **Alternativa CHI-QUI-02** correspondiente a una doble calzada para el tramo Chillán Viejo – Variante San Ignacio, en que del análisis se verifica su rentabilidad tanto en el corto como en el largo plazo, con altos indicadores de rentabilidad, presentando una TRI de 31,3% y una TIR del 40,2%. Lo anterior se sustenta en el alto tráfico promedio que presenta el sector, en que es posible predecir en ciertos tramos flujos diarios entorno a los 16.000 veh/día. En la actualidad es posible apreciar una importante congestión durante prácticamente todo el día, siendo muy difícil efectuar en forma segura maniobras de adelantamiento.
- **Sector Quiriquina - Pueblo Seco**, en que se evaluó la **Alternativa QUI-PUS-01**, consistente en un by-pass norte-sur emplazado al oriente de ambas localidades, con una calzada simple. De los análisis efectuados se verificó su rentabilidad tanto en el corto como en el largo plazo, con una TRI del 6,0% y una TIR del 11,0 %. Cabe destacar que la actual pasada urbana por el interior de ambas localidades se efectúa a bajas velocidades dado el uso simultáneo de la vía por parte de flujos de carácter local (bajas velocidades) y los flujos de paso, naturalmente reasignables a una conexión tipo by-pass. Por cierto, las actividades netamente urbanas presentes en los bordes de la Ruta N-59-Q en su paso por el interior de ambas localidades, incide en un importante roce lateral que también incide en bajas velocidades de circulación. Por último, cabe destacar los bajos niveles de seguridad vial que presenta la situación actual.
- **Sector Pemuco**, en que se evaluó la **Alternativa PEM-02** (tramos norte y sur), correspondiente al by-pass norte-sur, emplazado al poniente de la localidad, considerándose una calzada simple. Los resultados de la evaluación económica indican que no es rentable ni en el corto ni largo plazo. Según lo detectado en la asignación de flujos, se observa significativamente menos flujo en su tramo sur (TMDA de 135 veh/día) respecto del norte (TMDA de 898 veh/día), presentando en promedio un TMDA de 517 veh/día. Dado lo anterior, es evidente que existe un punto de quiebre en la Ruta N-85. En definitiva, se detecta un tráfico importante de vehículos de carga que circulan desde la Ruta N-59-Q al norte de Pemuco hacia la Ruta N-85 con destino a la Ruta 5. No ocurre la misma situación al sur de Pemuco. Cabe reconocer que las expectativas de reasignación hacia el by-pass norte-sur, **Alternativa PEM-02**, eran muy superiores a las obtenidas, explicándose lo anterior por significativamente mayor recorrido geométrico que no es compensado en su totalidad por menores tiempos de viaje. A la luz de los resultados, resulta evidente lo poco atractivo de este elemento para los flujos de paso. En definitiva, se ha evaluado sólo el elemento más atractivo de esta alternativa, que corresponde a la **Alternativa PEM-02** tramo norte, obteniéndose indicadores de rentabilidad sobre los umbrales exigidos tanto en el corto como en el largo plazo, obteniéndose una TRI de 9,4% y una TIR de 11,0%.

Por otra parte, para la **Alternativa PEM-07**, que corresponde a una conexión oriente-poniente emplazada inmediatamente al sur de la localidad de Pemuco, **evaluada en forma individual**, no es rentable ni en el corto ni en el largo plazo. Para esta alternativa el flujo es mayor en el tramo oriente con un TMDA de 1.811 veh/día, que baja a 770 veh/día en su tramo poniente.

Ahora bien, si se evalúan ambos proyectos en conjunto (Alternativa PEM-02 tramos norte y sur y Alternativa PEM-07), que corresponden a la **Alternativa PEM-04**, los resultados indican que tampoco sería rentable tanto en el corto como en el largo plazo, con una TRI del 4,4% y una TIR del 5,4%.

Finalmente, si se analiza el evaluar en forma incremental la **Alternativa PEM-07**, vale decir considerando ya implementada la **Alternativa PEM-02** tramos norte y sur, se obtiene que las obras incrementales para conformar en definitiva a la **Alternativa PEM-07**, serían rentables presentado una TRI del 6,6% y una TIR del 10,5%. Ahora bien, dado que difícilmente se implementaría la **Alternativa PEM-02** completa, los cálculos anteriores corresponderían tan sólo a un ejercicio teórico.

Para el caso de la localidad de Pemuco, los problemas más aflictivos según las autoridades y la comunidad, corresponden al paso por el interior de la ciudad de los camiones forestales que circulan en sentido oriente-poniente antes que los impactos que provocan los vehículos que circulan por la actual Ruta N-59-Q y que también circulan por el interior del casco central. Dichas afirmaciones avalan las conclusiones emitidas a nivel de diagnóstico por el presente estudio.

- **Sector Yungay**, en que se evaluó la **Alternativa YUN-02**, correspondiente al by-pass norte-sur emplazado al poniente de la localidad de Yungay, considerando una calzada. Los resultados de la evaluación económica indican que no es rentable ni en el corto ni largo plazo, presentando una TRI del 3,2% y una TIR del 3,8 %. Por otra parte se evaluó la **Alternativa YUN-07**, que considera la implementación de una conexión oriente-poniente, emplazada inmediatamente al sur de la localidad de Yungay. La evaluación de esta conexión en forma individual, indica que es rentable en el largo plazo con una TIR del 8,6%, en tanto que en el corto plazo presenta una TRI del 5,5% por lo cual se recomienda posponer su construcción, considerándose como año óptimo de inversión el 2026. Ahora bien, cuando se evalúan ambos proyectos en conjunto (Alternativa YUN-02 y Alternativa YUN-07), denominada **Alternativa YUN-04**, se verificó que esta alternativa no es rentable ni en el corto plazo ni en el largo plazo, presentando una TRI del 3,7% y una TIR del 4,9%. Cabe señalar que al igual que la ciudad de Pemuco, para el caso de Yungay la percepción de las autoridades y los usuarios coincide con los resultados de la evaluación económica, en el sentido que el problema más agudo que detectan tiene relación con el paso de camiones forestales por el interior del casco urbano en sentido oriente-poniente.

14.- ALCANCES AMBIENTALES Y TERRITORIALES PARA EL ESTUDIO DE INGENIERÍA

14.1 Introducción

Esta tarea tiene como principal propósito el de orientar al posterior estudio de ingeniería de detalle, en cuanto a los aspectos que se han detectado como más sensibles y de mayor complejidad al momento de desarrollar el estudio ambiental y territorial del presente estudio. A partir de ello, es que se han definido algunas consideraciones ambientales, que pretenden servir de guía a la hora de definir en lo particular, los trabajos de intervención para la implementación de las alternativas propuestas.

14.2 Escenario Ambiental Base

En términos generales, las alternativas se insertan en un territorio altamente intervenido por la industria agrícola y forestal, en tanto que las áreas urbanas se encuentran claramente definidas. La actividad predominante, agrícola y forestal, se encuentra contenida en grandes paños, con un alto grado de tecnificación en el riego y en la distribución del recurso agua, mediante una densa red de canales.

Se deberá prestar especial atención al tratamiento de este componente territorial y ambiental, procurando caracterizar y definir los asentamientos localizados en el área de proyecto. Lo anterior, asociado a los impactos que pueden generar las obras de construcción de los by-pass propuestos, debido a que salvo la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada entre Chillán y Quiriquina), que usa gran parte del trazado actual de la ruta N-59-Q. El resto de las alternativas, considera gran parte de su trazado por sectores donde no existe vialidad previa, por ende, se hace necesario el desarrollo de aperturas que conllevan movimientos de material que por lo general producen externalidades negativas en los receptores directos, que en este caso corresponden a la población cercana a las faenas de construcción.

En cuanto a la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada entre Chillán y Quiriquina), esta última puede afectar parte del sistema de humedales del río Chillán, asociado al límite urbano.

Es preciso también considerar que el trazado propuesto, implicará el desarrollo de trabajos asociados a un sector con valor patrimonial y arqueológico. En este sentido, resultará necesario definir en detalle las implicancias ambientales de las faenas necesarias para la construcción del proyecto. Lo anterior, debido a que se presentan algunos sectores donde no existe un trazado vial pre-existente, requiriendo entonces la ejecución de trabajos de despeje y limpieza de faja. Se deberá describir en detalle la presencia tanto de sitios arqueológicos como de sitios patrimoniales.

14.3 Estudios a Profundizar

Para cada una de las alternativas en que se desarrollaron anteproyectos, se efectuaron recomendaciones respecto a los estudios a profundizar, considerando fundamentalmente las siguientes componentes:

- Calidad del aire
- Ruido
- Hidrología
- Calidad de aguas
- Riesgos naturales
- Paisaje
- Arqueología y Patrimonio Cultural
- Población y Asentamientos
- Participación Ciudadana

14.4 Consideraciones Ambientales y Territoriales

Por otra parte, para el desarrollo de los diseños de ingeniería de las alternativas, se considera necesario entregar propuestas de localización aproximada de las principales actividades que generarán impactos durante el proceso de construcción. Dicha propuesta debe ser contrastada con las especificaciones definidas en los instrumentos de planificación vigentes, de modo de identificar los sectores en que está prohibida la instalación de determinadas actividades, así como también los permisos ambientales que serán necesarios obtener para la ejecución de las actividades de construcción del proyecto.

En lo específico, se deberá de presentar una propuesta de localización de las principales actividades a desarrollar en la etapa de construcción, particularmente referente a:

- Canteras
- Depósitos de Material Excedente o Botaderos
- Taludes y Control de Erosión
- Drenaje
- Campamentos
- Plantas Industriales
- Fuentes de Agua

14.5 Consideraciones para Expropiaciones

Los cambios de propiedad causados por las expropiaciones contempladas para la concreción de los Anteproyectos, eventualmente podrían desplazar a algunos individuos de su lugar de residencia, trabajo o entorno social, modificando la distribución espacial de la población en el entorno del proyecto. Es posible que con ello además se genere un efecto barrera que dificulte los movimientos de las poblaciones aledañas.

Se recomienda en el estudio de ingeniería desarrollar las siguientes acciones:

- Ajustar el diseño del proyecto de modo de minimizar las expropiaciones y el proceso de relocalización de personas contra su voluntad.
- Informar a la comunidad y a las autoridades locales del área de intervención.
- Establecer mecanismos de comunicación periódica con la comunidad y la autoridad ambiental local.
- Adoptar los procedimientos adecuados de actuación frente a los propietarios.
- Desarrollar un plan de medidas de mitigación que permita orientar a los afectados, tanto en el aspecto social como legal.

14.6 Análisis de Pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

Particular importancia tendrá el análisis de pertinencia de ingreso al SEIA. Al respecto existe normativa ampliamente conocida, los artículos 8 y 10 de la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), en el artículo 3 del D.S. 30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprobó el Reglamento del SEIA, y en la Ley N° 20.417, que crea el ministerio, el servicio de evaluación ambiental y la superintendencia del medio ambiente, y modifica la Ley N° 19.300.

Cabe destacar que la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada entre Chillán y Quiriquina), que se prevé que deberá de ingresar al sistema de evaluación ambiental, producto de la posible afectación de sistemas de humedales.

14.7 Comentarios y Conclusiones

Como se ya se comentó anteriormente, el territorio donde se insertan las alternativas de solución, se encuentra altamente intervenido debido al desarrollo de la agricultura y de la agroindustria. Dicho desarrollo se sustenta en una alta tecnificación del riego, como en una densa red de canales de regadío, siendo el más importante de éstos el canal Laja-Diguillín. Por ende, se tiene que los impactos que pudiesen generar las alternativas están relacionados principalmente con impactos territoriales, producto de las expropiaciones y la presencia cercana de poblaciones. Es evidente que se verán afectados fundamentalmente en las labores de construcción.

Debido a lo anterior, se aconseja que para la etapa de ingeniería de detalle, se debe detallar de forma adecuada la caracterización de la población presente en el área de proyecto, con el fin de determinar de la mejor forma posible la localización de las instalaciones para la ejecución de las obras. Las mayores complicaciones se contemplan para la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada entre Chillán y Quiriquina), al considerar gran parte de su trazado propuesto, en forma paralela a la actual ruta N-59-Q. La dinámica de ocupación del suelo, da cuenta de presencia de población con características rur-urbanas, junto con instalaciones comerciales e industriales, además de la presencia de sistemas de humedales asociados al límite urbano en el sector del puente Lajuelas.

Para el caso de la **Alternativa YUN-07** (conexión oriente-poniente, emplazada al sur de Yungay, en calzada simple), las complicaciones están dadas por la presencia de población cercana a los enlaces con los ejes N-935 y con la ruta N-59-Q, la que tiene características urbanas.

Para el resto de las alternativas, la presión sobre la población sería menor, dado que se encuentra dispersa al interior del territorio.

En lo que respecta al ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental, la **Alternativa CHI-QUI-02** (doble calzada entre Chillán y Quiriquina), deberá ingresar de forma obligatoria, debido a su intervención en el sistema de humedal asociado al límite urbano en el sector del puente Lajuelas en el río Chillán. Para el resto de las alternativas no se vislumbra la obligatoriedad de ingreso, sugiriendo el ingreso voluntario a través de una declaración de impacto ambiental (DIA).

15.- DEFINICIÓN DEL PLAN DE PROYECTO

El Plan de Proyecto se genera a partir de los resultados y soluciones desarrolladas en la etapa de anteproyecto del presente estudio, en que de acuerdo a sus resultados se consideran aspectos de infraestructura, aspectos económicos, aspectos ambientales y aspectos territoriales, entre otros. Dichas soluciones incorporan criterios y prioridades establecidas por las diferentes unidades de la Dirección de Vialidad, tanto correspondientes al Nivel Central como al Regional.

A partir de estas definiciones, es que se considera para el presente acápite, la siguiente jerarquización referente a la implementación de los proyectos:

- 1.- Alternativa CHI-QUI-02, dobles calzadas por la ruta N-59-Q, entre Chillán Viejo y Quiriquina.
- 2.- Alternativa QUI-PUS-01, by-pass oriente a las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco.
- 3.- Alternativa PEM-02, by-pass poniente a la localidad de Pemuco.
- 4.- Alternativa PEM-07, conexión oriente-poniente, por el sur de Pemuco.
- 5.- Alternativa YUN-07, conexión oriente-poniente, por el sur de Yungay.
- 6.- Alternativa YUN-02, by-pass poniente a la localidad de Yungay.

De acuerdo a la jerarquización acordada para efectos de implementación, se propone el calendario de implementación que se reporta en el cuadro N° 15.1-1 adjunto. En dicho cuadro, E0 corresponde a la materialización de las expropiaciones, en tanto que el resto de las etapas (E1, E2, E3, E4), corresponden a la construcción de los tramos respectivos.

CUADRO N° 15.1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
CRONOGRAMA DE MATERIALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS, SEGÚN ALTERNATIVAS Y ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

PRIORIDAD	ALTERNATIVA /AÑO DE EJECUCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N°1	Alternativa CHI-QUI-02, dobles calzadas por la ruta N-59-Q, entre Chillán Viejo y Quiriquina	E0	E1	E2	E3	E4										
N°2	Alternativa QUI-PUS-01, by-pass oriente a las localidades de Quiriquina y Pueblo Seco				E0	E1	E2	E3	E4							
N°3	Alternativa PEM-02, bypass poniente a la localidad de Pemuco						E0	E1	E2	E3						
N°4	Alternativa PEM-07, conexión oriente-poniente, por el sur de Pemuco								E0	E1	E2					
N°5	Alternativa YUN-07, conexión oriente-poniente, por el sur de Yungay									E0	E1	E2	E3			
N°6	Alternativa YUN-02, bypass poniente a la localidad de Yungay												E0	E1	E2	E3

Fuente: Elaboración Propia.

Para cada proyecto se generaron los siguientes elementos:

- **Plano General del Proyecto**, definiendo su eventual tramificación.
- **Cronograma de Acciones**, precisándose las acciones necesarias a nivel de tramo, tiempo y monto.
- **Ficha de Proyecto**, destacándose sus principales características técnicas y económicas.

16.- PARTICIPACIÓN CIUDADANA CON ENFOQUE DE GÉNERO

El proceso de participación ciudadana constituye un factor relevante en el desarrollo de los estudios, al operar como nexo entre el mandante, consultor, autoridades, servicios públicos, equipos técnicos municipales, vecinos y comunidad en general. Las actividades que conforman este proceso no solo permiten recopilar antecedentes relevantes para el estudio, también recoger aspectos claves de las realidades de los territorios donde se emplazan los proyectos, identificando intereses y prioridades de las comunidades.

En el marco del proceso de participación ciudadana, se desarrollaron actividades tanto con servicios públicos, departamentos técnicos municipales y comunidad aledaña a la zona de proyecto entre los meses de enero de 2021 hasta septiembre de 2022. En referencia a la comunidad, se materializaron actividades de participación ciudadana con las juntas vecinales de Chillán Viejo con énfasis en el sector de Valle Escondido y Quilmo, Pueblo Seco y Quiriquina en la comuna de San Ignacio, Pemuco y Yungay, teniendo a su vez una reunión de cierre con la comunidad de El Carmen, la cual no posee implicancias en el desarrollo de soluciones viales.

En cuanto a este respecto, se materializaron actividades de participación ciudadana durante todo el desarrollo del proyecto, dando inicio al proceso a través de la etapa I en la cual se presenta el Plan de Participación Ciudadana, identificación de actores relevantes y proposición de fechas tentativas para la consecución de los objetivos planteados por el plan de participación. Se enfatiza que, durante el inicio del estudio, gran parte del territorio nacional se encontraba afectado por la pandemia de COVID-19, por lo que los métodos tradicionales de participación debieron ser adaptados y flexibilizados para adecuarse a dicho contexto. De acuerdo a lo anterior, durante esta primera etapa se realizaron actividades participativas de manera telemática con los departamentos técnicos de cada uno de los municipios de los territorios comunales involucrados en el estudio, siendo el principal objetivo de estas instancias, el presentar el proyecto, sus alcances, ciclo de vida, resolver dudas y al mismo tiempo realizar una retroalimentación de información para robustecer el proyecto.

En el mismo orden de ideas, durante la **Etapla II: Estudios de Base** del estudio, se desarrolló y se constituyó la mesa de proyecto, instancia en la cual se reúnen de manera telemática los miembros de la contraparte nivel regional, central y el equipo consultor para discutir los lineamientos y acuerdos para la materialización del proceso de participación ciudadano en el contexto de apertura post Covid-19. Durante la instancia se analiza el plan de participación ciudadana, sus alcances, metodologías, actores relevantes y definición de fechas para la consecución de los objetivos planteados por el plan. En el contexto del desarrollo de la **Etapla II: Estudios de Base** y como parte importante de los procesos de retroalimentación entre las diferentes contrapartes técnicas, se procedió a la materialización de reuniones con los equipos profesionales del área de planificación urbana y territorial de las comunas involucradas directamente con el proyecto. Dicha Instancia tuvo por objetivo presentar los avances en lo referido a los diagnósticos y alternativas de solución vial a parte de los encargados comunales de planificación, así como también recoger las impresiones, sugerencias y opiniones derivadas de la contraparte municipal. En este mismo sentido, se buscó acercar posturas y recopilar mayor información relevante emitida por parte de los funcionarios municipales con respecto a los escenarios actuales y futuros de la comuna en el ámbito de la planificación territorial para la implementación de una solución vial.

Durante la **Etapla III: Evaluación de Alternativas Preliminares**, nuevamente se desarrollan actividades tanto con los municipios y servicios públicos, dicha instancia tuvo por objetivo presentar los avances del proyecto en el ámbito de la selección de alternativas y consultar con los municipios respecto a la aprobación de las alternativas de solución que pasarían a etapa de anteproyecto. Estas actividades fueron realizadas durante el mes de octubre de 2021, en la cual también fueron programadas y coordinadas con el municipio las respectivas reuniones de participación ciudadana que, de acuerdo a los lineamientos instruidos por la mesa de proyecto, deben ser realizadas de manera presencial en cada una de las comunas involucradas en el estudio. Al respecto, se programaron y materializaron las reuniones presenciales durante la segunda quincena de octubre de 2021, realizando reuniones diferenciadas para las localidades de Quiriquina, Pueblo, Pemuco, Yungay, Chillán Viejo y El Carmen.

Durante las actividades las principales dudas surgieron en base al diseño de la solución para cada localidad, plazos de ejecución, expropiaciones, existencia de peaje, regularización de camino asociado a Quilmo, reposición de la actual ruta e impacto sobre la economía local, consultas que fueron resueltas in situ.

Por consiguiente y de acuerdo al plan de participación ciudadana, se desarrollaron actividades correspondientes a la **Etapa IV: Anteproyectos**, en la cual se concretaron reuniones durante marzo de 2022 con los departamentos técnicos de los municipios. Cada instancia tendió a presentar el área de estudio, las mediciones de flujos (TMDA) que justifican el desarrollo del mismo, la presentación de los diseños de anteproyectos para cada localidad y la descripción de los diseños respecto de las conexiones, vialidad, áreas potenciales de expropiación, mencionando además las rentabilidades para cada anteproyecto. En cuanto a las reuniones con la comunidad, estas fueron programadas para abril del 2022 con cada una de las comunas, existiendo conformidad respecto a los by-pass, aludiendo a la necesidad de solución respecto al flujo de camiones, estado de la carpeta y seguridad vial. Las principales dudas apuntan a los años de implementación, certezas en cuanto a áreas o lotes a expropiar, impactos en la economía local y la existencia de ciclovías y senda multipropósito. Un análisis distinto es el que se puede realizar para la Comunidad Chillán Viejo, en que los vecinos tienen reparos con respecto a la implementación de la Ruta N-59-Q, la ampliación de la ruta y la falta de acceso para el sector de Valle Escondido de Quilmo, teniendo este último una situación particular con respecto a la falta de rol de su camino vecinal. Esto último impide que se pueda incorporar un acceso dentro del diseño, al no corresponder a un camino enrolado.

Durante la **Etapa V: Evaluación Económica**, no se realizan actividades de participación ciudadana, quedando pendiente tan solo reportar los resultados del estudio en la última PAC, correspondiente a la **Etapa VI: Informe Final**, en la cual en definitiva, se reportaron las soluciones propuestas para continuar su desarrollo durante la etapa de ingeniería de detalles, rentabilidades, conclusiones y recomendaciones finales.

Durante la **Etapa VI: Informe Final**, de fecha 26 de septiembre de 2022 se realiza la reunión de cierre de la participación ciudadana, con miembros de los Servicios Públicos, Representantes de los Municipios, Contraparte Regional, Inspección Fiscal y parte del Equipo Consultor. La instancia se desarrolló de manera telemática a través de la plataforma Zoom, en la cual se reportaron los resultados finales del estudio. Se empatiza que durante el desarrollo del estudio se evaluó un amplio espectro de alternativas de solución. En definitiva, se reportó el trazado del proyecto, el cual podría sufrir modificaciones o afinamientos en la etapa de ingeniería de detalles, como consecuencia de la mejor calidad de la información con que se contará. Se reportan los diseños, indicadores de rentabilidad y otros antecedentes de finalización para cada una de las localidades.

Respecto de la opinión de los asistentes, estas apuntan principalmente a la falta de rentabilidad, mencionando que es muy poco factible ver materializado el proyecto a mediano plazo debido a que, dependiendo de la solución, las rentabilidades no alcanzaron el umbral mínimo. Se sugiere realizar un seguimiento continuo por parte de la región para la ejecución de la obra.

Finalmente, se cierra el proceso de participación con las comunidades, presentando las alternativas de solución y sus rentabilidades. En este mismo sentido, se exponen aquellas alternativas no rentables, en las cuales existe el compromiso de realizar el seguimiento por parte de la región a lo largo de ciclo de vida del proyecto, hasta alcanzar la rentabilidad deseada. En términos generales, las principales intervenciones por parte de la comunidad tienen que ver con resolución de dudas en torno al trazado y su configuración respecto a la disponibilidad de calzadas, senda multipropósito, implementación de paraderos y luminaria. En el caso de la comunidad de Valle Escondido de Quilmo, existe la solicitud de regularizar el camino de acceso y ser considerado en el diseño, por lo que el Consultor compromete dejar establecido el diseño de incorporación ante la eventual regularización, lo que puede ser afinado en etapa de diseño de ingeniería de detalle. Durante todas las sesiones, existió el compromiso intrínseco de entregar toda la información disponible del proyecto tanto a municipalidades y actores relevantes del territorio, en caso de ser solicitada. De la misma manera, se entregaron minutas informativas a los asistentes y dípticos que contenían la información referente a los principales resultados, imágenes del trazado y contacto de los responsables del estudio.

FIGURA N° 16-1-1
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "CONSTRUCCIÓN PASADAS URBANAS RUTA N-59-Q, SECTOR CHILLÁN - LÍMITE REGIONAL, REGIÓN DE ÑUBLE"
REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fuente: Elaboración Propia.

