Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS 1-1

1.1 INTRODUCCIÓN 1-1
1.2 OBJETIVO DEL TRABAJO 1-1
1.2.1 Objetivo General 1-1
1.2.2 Objetivos Específicos 1-1
1.3 REVISIÓN METODOLÓGICA 1-3
1.3.1 Etapa I: Revisión Metodológica y Proposición de Plan de Mediciones 1-3
1.3.2 Etapa II: Recopilación de Antecedentes y Estudios de Base 1-3
1.3.3 Etapa III: Calibración del Modelo 1-5
1.3.4 Etapa IV: Evaluación y Proposición de Plan de Inversiones 1-6
1.4 CONTENIDO DEL INFORME 1-6

2 RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES 2-1

2.1 PRESENTACIÓN 2-1
2.2 ANTECEDENTES DE INFRAESTRUCTURA VIAL 2-1
2.3 ANTECEDENTES DE TRANSPORTE 2-4
2.3.1 Plan Nacional de Censos 2-4
2.3.2 Contadores automáticos 2-1
2.3.3 Movimiento de Carga Ferroviaria 2-1
2.4 ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES 2-3
2.4.1 Antecedentes Demográficos 2-5
2.4.2 Equipamiento Comunal 2-15
2.4.2.1 Equipamiento Educacional 2-15
2.4.2.2 Equipamiento de Salud 2-19
2.4.2.3 Otros Servicios 2-21
2.4.3 Antecedentes Económicos 2-22
2.4.4 Análisis Sectorial 2-24
2.4.4.1 Sector Agrícola 2-24
2.4.4.2 Agroindustria 2-35
2.4.4.3 Sector Forestal 2-38
2.4.4.4 Sector Minero 2-40
2.4.4.5 Sector Turismo 2-41
2.5 ANTECEDENTES DE MEDIO AMBIENTE Y TERRITORIO 2-47

2.5.1 Introducción....2-47
2.5.2 Áreas Protegidas y Sistema Nacional de Áreas Protegidas....2-47
2.5.2.1 Parques Nacionales....2-54
2.5.2.2 Reserva Nacional....2-56
2.5.2.3 Santuarios de la Naturaleza....2-58
2.5.2.4 Humedales Urbanos....2-63
2.5.2.5 Humedales RAMSAR....2-69
2.5.3 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad que tienen efectos para el SEIA ..2-69
2.5.3.1 Sitio Prioritario La Roblería/Cordillera de la Costa Norte y Cocalán. Código Simbio: SP1-060) 2-69
2.5.3.2 Sitio Prioritario Las Cardillas (Código Simbio: SP1-024) 2-71
2.5.3.3 Sitio Prioritario Laguna de Bucalemu (Código Simbio SP1-023)....2-72
2.5.3.4 Sitio Prioritario Topocalma (Código Simbio SP1-023)....2-73
2.5.3.5 Sitio Prioritario Humedal Laguna Cahuil (Estrategia Regional de Biodiversidad (Código Simbio SP2-194) No hay normativa asociada, ...2-74
2.5.4 Zona de Interés Turístico (ZOIT)....2-76
2.5.4.1 Zona de Interés Turístico Rapel....2-76
2.5.5 Zonas Típicas 2-78
2.5.6 Monumentos Históricos 2-79
2.5.7 Riesgos Naturales....2-82
2.6 PLANES Y ESTUDIOS EXISTENTES....2-90
2.6.1 Planes de Desarrollo de Infraestructura....2-90
2.6.1.1 Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021....2-90
2.6.1.2 Chile 2020, Obras Públicas para el Desarrollo (año 2009)....2-94
2.6.1.3 Actualización Plan Director de Infraestructura MOP (2007-09)....2-98
2.6.1.4 Agenda 3030 Hacia un país con desarrollo equilibrado. Infraestructura y Agua (2014) 2-102
2.6.1.5 Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050 (2020)....2-106
2.6.1.6 Estudios Prospectivos del Plan Nacional de Infraestructura....2-111
2.6.1.7 Planes de transporte urbano de SECTRA....2-112
2.6.2 Estudios de Transporte....2-116
2.6.2.1 Estudio Ampliación Ruta 90 tramo Placilla -Santa Cruz....2-116
2.6.2.2 Estudio Conexión Ruta Costera sector Santo Domingo - Pichilemu....2-118
2.6.2.3 Análisis Estimación de la Demanda de Carga Interurbana....2-119
2.6.3 Estudios Territoriales 2-119
2.6.3.1 Estrategia Regional de Desarrollo Región de O'Higgins....2-119
2.6.3.2 Plan Regional de Desarrollo Urbano....2-122
2.6.3.3 Plan Regulador Intercomunal de Rancagua....2-122
2.6.3.4 Plan Regulador Intercomunal Río Claro....2-124

3 DEFINICIONES BÁSICAS....3-1

3.1 PRESENTACIÓN....3-1
3.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 3-1
3.3 DEFINICIÓN PRELIMINAR DE LA RED DE TRANSPORTE....3-6
3.3.1 Caracterización de la Red de la Región....3-6
3.3.2 Definición de la Red de Modelación Preliminar....3-8

3.4 AÑOS DE CORTE, PERÍODOS Y MODOS DE MODELACIÓN....3-11

4 ESTUDIOS DE BASE....4-1

4.1 PRESENTACIÓN....4-1
4.2 MEDICIONES DE FLUJO VEHICULAR....4-1
4.3 ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO....4-3
4.3.1 Localización de puntos EOD....4-3
4.3.2 Formularios de encuesta....4-1
4.3.3 Muestra obtenida....4-2
4.3.4 Descripción de la muestra....4-7
4.4 ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS....4-13
4.4.1 Presentación....4-13
4.4.2 Puntos de encuesta....4-13
4.4.3 Diseño del formulario....4-15
4.4.4 Diseño experimental....4-15
4.4.5 Encuestas levantadas....4-15
4.5 MEDICIONES DE TASA DE OCUPACIÓN....4-16
4.5.1 Puntos de medición....4-16
4.5.2 Muestra obtenida....4-17
4.5.3 Estimación de tasas de ocupación....4-18
4.6 MEDICIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE....4-19
4.6.1 Metodología....4-19
4.6.2 Circuitos de medición....4-20
4.7 MEDICIONES DE FLUJO VEHICULAR EN CAMINOS BÁSICOS....4-20
4.7.1 Selección de la muestra....4-20
4.7.2 Fechas de medición....4-24
4.7.3 Flujos medidos....4-26
4.8 CATASTRO DE TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO....4-34
4.8.1 Catastro de Buses Interurbanos....4-34
4.8.2 Catastro de Buses Rurales....4-40

5 MODELOS DE ELECCIÓN DE RUTA....5-1

5.1 PRESENTACIÓN....5-1
5.2 PUNTOS DE ENCUESTA....5-1
5.3 DISEÑO DEL FORMULARIO....5-3
5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL....5-4
5.4.1 Consideraciones Generales....5-4
5.4.2 Experimento Calzada Doble / Calzada Simple....5-7
5.5 LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS....5-10
5.5.1 Descripción de la muestra de vehículos livianos....5-10
5.5.2 Descripción de la muestra de vehículos pesados....5-14
5.6 ESTIMACIÓN DE MODELOS....5-17
5.6.1 Modelo Vehículos Livianos....5-17
5.6.2 Modelo Vehículos Pesados....5-20
5.7 CÁLCULO DEL VALOR DEL TIEMPO....5-23

5.7.1 Modelo Vehículos Livianos 5-24
5.7.2 Modelo Vehículos Pesados 5-26
5.8 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS 5-27

6 CAMINOS BÁSICOS 6-1

6.1 INTRODUCCIÓN 6-1
6.2 CATASTRO DE CAMINOS BÁSICOS 6-1
6.2.1 Metodología 6-1
6.2.2 Rutas catastradas 6-7
6.3 ANÁLISIS DE FLUJOS VEHICULARES 6-17
6.4 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR 6-24
6.4.1 Antecedentes generales 6-24
6.4.2 Demarcación horizontal 6-25
6.4.3 Señalización vertical 6-27
6.4.4 Presencia de elementos de riesgo 6-30
6.4.5 Diseño vial 6-31
6.4.6 Infraestructura 6-34
6.4.7 Otras situaciones 6-35

7 CALIBRACIÓN DEL MODELO 1

7.1 DEFINICIÓN DE LA RED A CALIBRAR 1
7.1.1 Oferta Vial 1
7.1.2 Velocidades de operación 3
7.1.3 Tipología de usuarios 7
7.1.4 Períodos de Modelación 8
7.1.5 Ajuste parámetros arcos red vial de modelación 8
7.2 CALIBRACIÓN RUTAS FIJAS 9
7.3 CALIBRACIÓN DEL FLUJO ASIGNABLE 21
7.3.1 Principales Parámetros SATURN 21
7.3.2 Flujos de Calibración 21
7.4 CONSOLIDACIÓN DE MATRICES 23
7.5 AJUSTE DE MATRICES 30

8 DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS 8-1

8.1 DIAGNÓSTICO SISTEMA DEMOGRÁFICO Y ECONÓMICO 8-1
8.1.1 Sistema Demográfico 8-1
8.1.2 Servicios 8-9
8.1.2.1 Educación 8-9
8.1.2.2 Salud 8-11
8.1.2.3 Otros Servicios 8-13
8.1.3 Sistema de Actividades 8-14
8.2 DIAGNÓSTICO INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL 8-22
8.2.1 Política Nacional de Ordenamiento Territorial 8-22
8.2.2 Estrategia Regional de Desarrollo Región de O'Higgins 8-23
8.2.3 Plan Regional de Desarrollo Urbano Región de O'Higgins 8-28

8.2.4 Plan Regulador Intercomunal Rancagua 8-32
8.2.5 Plan Regulador Intercomunal Río Claro 8-34
8.2.6 Plan Regulador Intercomunal Borde Costero 8-34
8.2.7 Plan Regulador Intercomunal Lago Rapel 8-34
8.3 PROPOSICIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO 8-35
8.3.1 Presentación 8-35
8.3.2 Propuestas de proyectos provenientes de estudios anteriores 8-35
8.3.3 Propuestas provenientes del Análisis Territorial 8-40
8.3.4 Síntesis de propuestas 8-45

9 PROYECCIÓN DEMANDA DE VIAJES 9-1

9.1 PRESENTACIÓN 9-1
9.2 PROYECCIONES PIB Y DEMOGRÁFICAS 9-1
9.2.1 Proyecciones de PIB 9-1
9.2.2 Proyecciones Demográficas 9-4
9.3 PROYECCIONES SECTOR FRUTÍCOLA 9-6
9.4 MODELOS ELASTICIDAD PIB 9-15
9.4.1 Presentación 9-15
9.4.2 Marco Metodológico 9-15
9.4.3 Información disponible 9-16
9.4.4 Estimación de modelos econométricos 9-20

10 PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA DE MEDIANO Y LARGO PLAZO 10-1

10.1 PRESENTACIÓN 10-1
10.2 DEFINICIÓN DE SITUACIÓN BASE 10-1
10.2.1 Recopilación de Proyectos Viales 10-2
10.2.2 Programa de Concesiones Viales Urbanas e Interurbanas 10-1
10.3 MARCO PRESUPUESTARIO 10-3
10.4 ESTIMACIÓN DE INVERSIONES POR PROYECTO 10-5
10.4.1 Identificación de los Proyectos 10-6
10.4.2 Costo Proyecto Vial 10-45
10.4.3 Costo de túneles 10-48
10.4.4 Costo de estructuras 10-48
10.4.5 Resumen de inversiones 10-56
10.5 RIESGOS ANTRÓPICOS Y AMBIENTALES 10-65
10.5.1 Caracterización geomorfológica y volcanismo 10-65
10.5.2 Aspectos Hidrográficos 10-68
10.5.3 Aspectos climáticos y vegetacionales 10-70
10.5.4 Riesgos naturales y su ocurrencia en la Región de O'Higgins 10-72
10.5.4.1 Ocurrencia histórica de Remociones en Masa e Inundaciones 10-72
10.5.4.2 Ocurrencia histórica de Incendios Forestales en la región de O'Higgins 10-76
10.5.5 Análisis de los Componentes del riesgo 10-78
10.5.5.1 Análisis del Riesgo Geológico o de remoción en masa 10-80
10.5.5.2 Análisis del riesgo de incendios 10-87
10.5.5.3 Análisis del sistema hidrográfico 10-91
10.5.5.4 Riesgo Volcánico 10-95

10.5.6 Síntesis Final 10-97
10.6 PROPUESTAS DE SEGURIDAD VIAL PARA CAMINOS BÁSICOS 10-100
10.6.1 Introducción 10-100
10.6.2 Detección de Zonas de Riesgo 10-101
10.6.2.1 Según Infraestructura Existente 10-101
10.6.2.2 Según Siniestralidad 10-103
10.6.2.3 Según Flujos Vehiculares 10-104
10.6.2.4 Según Flujo de Bicicletas 10-106
10.6.3 Estándares de Seguridad Vial en Caminos Básicos 10-107
10.6.3.1 Señalización Vertical 10-107
10.6.3.2 Señalización Horizontal 10-107
10.6.3.3 Elementos de Apoyo 10-108
10.6.3.4 Segregación 10-108
10.6.3.5 Sistemas de Contención 10-108
10.6.3.6 Facilidades para Usuarios Vulnerables 10-109
10.6.3.7 Iluminación 10-109
10.6.4 Tratamiento Especial a Singularidades 10-111
10.6.4.1 Pasadas Urbanas 10-111
10.6.4.2 Intersecciones 10-114
10.6.4.3 Angostamientos 10-118
10.6.4.4 Curvas 10-121
10.6.4.5 Postaciones 10-124
10.6.5 Tránsito de Vehículos de Carga 10-127
10.6.6 Conclusiones 10-129

11 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE 11-1

11.1 PRESENTACIÓN 11-1
11.2 ESCENARIO DE DEMANDA 11-1
11.3 SIMULACIONES POR PROYECTO 11-2
11.3.1 Velocidades de operación de alternativas 11-2
11.3.2 Modelación de alternativas 11-12
11.4 SIMULACIÓN DE PLANES 11-57
11.4.1 Plan 1 11-58
11.4.2 Plan 2 11-60
11.4.3 Planes 3 y 4 (Ruta 5) 11-63
11.4.4 Plan 5 11-67
11.4.5 Plan 6 11-69
11.4.6 Plan 8 11-71
11.4.7 Plan 9 11-72
11.4.8 TMDA Planes 11-75

12 EVALUACIÓN SOCIAL DE PLANES Y PROYECTOS 12-1

12.1 PRESENTACIÓN 12-1
12.2 INVERSIONES Y VALOR RESIDUAL 12-1
12.3 EVALUACIONES POR PROYECTO 12-4
12.3.1 Enfoque General 12-4

12.3.2 Aspectos Específicos 12-5
12.3.3 Definición de parámetros de evaluación 12-5
12.3.4 Determinación de Beneficios 12-6
12.3.5 Determinación de Indicadores Económicos 12-9
12.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 12-33
12.4.1 Sensibilización simple 12-33
12.4.2 Proyectos alternativos 12-35
12.4.3 Ajuste de inversiones 12-37
12.5 EVALUACIÓN DE PLANES EJE LONGITUDINAL 12-41
12.5.1 Determinación de Beneficios 12-43
12.5.2 Determinación de Indicadores Económicos 12-44
12.5.3 Análisis de Sensibilidad 12-46
12.6 EVALUACIÓN DE PLANES 12-46
12.6.1 Determinación de Beneficios 12-54
12.6.2 Determinación de Indicadores Económicos 12-54
12.6.3 Análisis de Sensibilidad 12-59

13 DISEÑO PLAN DE INVERSIONES 13-1

13.1 PRESENTACIÓN 13-1
13.2 PRINCIPALES RESULTADOS 13-1
13.3 PLAN DE INVERSIONES 13-2
13.4 JERARQUIZACIÓN VIAL 13-5
13.5 OTRAS INICIATIVAS 13-10

14 CONCLUSIONES 14-1

14.1 PRESENTACIÓN 14-1
14.2 PRINCIPALES RESULTADOS 14-1
14.3 PLAN DE INVERSIONES 14-16
14.4 RECOMENDACIONES 14-19
14.5 INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA 14-20

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

El presente documento corresponde al Informe Final del Estudio **"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGION DE O'HIGGINS"**, licitado públicamente por la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas y adjudicado a la empresa CIS Asociados Consultores en Transporte S.A. en septiembre de 2024.

1.2 Objetivo del Trabajo

1.2.1 Objetivo General

La Región de O'Higgins se caracteriza por un nivel de ingresos promedio levemente superior a la media del país, con una red vial de tamaño medio, pero de menor calidad respecto a sus regiones vecinas (Valparaíso y Metropolitana). Asumiendo que la infraestructura tiene un efecto positivo sobre el desarrollo económico de mediano y largo plazo, se hace relevante el mejorar la red vial que une las distintas localidades, potenciando sus actividades económicas y conectándolas de mejor manera a las cabeceras provinciales y regionales.

En este contexto se ha planteado este estudio que, en un horizonte de mediano y largo plazo, busca definir un plan de inversiones viales para la región acorde con los marcos presupuestarios disponibles. Este plan de inversiones debe estar basado en un modelo de planificación estratégica de transporte interurbano, a desarrollar en el estudio, que incorpore los proyectos de desarrollo regional en los distintos ámbitos de actividad.

1.2.2 Objetivos Específicos

Considerando el marco general anterior se definen a su vez los siguientes objetivos generales y específicos:

- Desarrollar e implementar un modelo de planificación estratégica de transporte interurbano que considere tanto en la situación actual como en prospectiva de mediano y largo plazo, las modificaciones experimentadas en la red de transporte de la Región de O'Higgins.

- Utilizar el modelo para hacer un diagnóstico de la situación actual, definir escenarios alternativos de desarrollo y evaluarlos desde el punto de vista de su rentabilidad social de modo de generar un plan de inversiones para la región acorde con los

marcos presupuestarios disponibles. Dichos escenarios de desarrollo (dos) deben ser acordados entre el Consultor y la Contraparte Técnica del Estudio previa coordinación con las autoridades regionales.

- Formular desde el punto de vista conceptual y metodológico las diversas particularidades que presenta un estudio estratégico interurbano como el que se plantea, referida a las características de los mercados del transporte, modos de transporte identificados, comparación con otros estudios similares, etc.

- Recopilar información de tránsito, del sistema de transporte en general y del sistema de actividades. Analizar la información bibliográfica disponible y su posible actualización según corresponda, relacionada con la metodología propuesta y de las necesidades de levantamiento de información, incorporando enfoque de género.

- Llevar a cabo un detallado diagnóstico de la situación actual del transporte interurbano en el área bajo estudio.

- Desarrollar una propuesta metodológica para la proyección de viajes en los cortes temporales futuros 2030, 2035 y 2040 y modos de transporte considerados.

- Revisar proyectos de inversión en infraestructura de transporte en la región, que puedan ser incorporados en la definición de la Situación Base.

- Implementar un modelo estratégico de transporte para la región de O'Higgins capaz de predecir el impacto de modificaciones en la provisión y gestión de infraestructura de transporte en la región.

- Definir proyectos de inversión y con éstos proponer planes de proyectos alternativos conformados por distintas carteras de proyectos, para la toma de decisiones de la autoridad.

- Identificar restricciones/condicionantes que impone el territorio, identificando las amenazas de origen natural, vulnerabilidades y exposición de las infraestructuras, con el propósito de evaluar los riesgos naturales o antrópicos, a los que potencialmente se encuentran expuestas las diferentes alternativas de proyecto que se hayan propuesto.

- Modelar y Evaluar Socialmente los Planes de Proyecto y proyectos específicos de acuerdo a las metodologías vigentes publicadas por el Sistema Nacional de Inversiones

- Como objetivo secundario y tomando en consideración la alta cantidad de caminos básicos en la región de O'Higgins se plantea el análisis de los caminos básicos ejecutados en la región identificando principalmente los aspectos asociados a la seguridad de los peatones y usuarios de bicicleta sin dejar de lado por cierto a los conductores de vehículos motorizados. Tomando en consideración los resultados del diagnóstico de estos caminos en cuanto a geometría, seguridad vial y composición vehicular se explorará la posibilidad de definir subredes apropiadas para transporte de carga de modo de que este tipo de vehículos circulen por vías seguras para ese efecto. Para llevar a cabo esto se considerará:

  - Inspeccionar visualmente los caminos básicos de la región tomando en consideración la carpeta de rodadura, obras anexas y aspectos de seguridad vial.
  - Medir flujos vehiculares por tipo de vehículo en los caminos básicos identificando y rankeando la presencia del transporte de carga.
  - Diagnosticar el funcionamiento de los caminos básicos identificando las fortalezas y debilidades, estas última principalmente asociadas a los elementos de seguridad.
  - Proponer medidas de solución/mitigación a los problemas detectados sean estos de tipo mejoramiento de caminos básicos a estándar superior, identificación de subredes apropiadas para el transporte de carga, eventuales restricciones al paso de cargas apoyándose en legislación vigente o por definir entre otras.

1.3 Revisión Metodológica

Para enfrentar el estudio se plantea una metodología basada en cuatro etapas compuestas por distintas tareas que interactúan entre ellas.

1.3.1 Etapa I: Revisión Metodológica y Proposición de Plan de Mediciones

La primera etapa compromete un análisis metodológico y la proposición de un plan de mediciones de tránsito a ejecutar en la segunda etapa.

1.3.2 Etapa II: Recopilación de Antecedentes y Estudios de Base

La segunda etapa considera una exhaustiva búsqueda de antecedentes orientado a describir el sistema de actividades y de transporte en la región, considerando además la realización de los estudios de base de tránsito.

Las actividades económicas y productivas también explican los flujos de transporte, por eso se hace necesario describir estas actividades y su ocupación del territorio.

Se recolectarán los antecedentes de transporte disponibles de estudios previos, complementados con un trabajo de terreno que permita actualizar la información de flujos y estructura origen – destino, tendientes a lograr una adecuada calibración del modelo de redes interurbano a estimar. Para esto se contempla la realización de 30 puntos de medición de flujo vehicular en intersecciones, **30 puntos de encuesta origen - destino** y su respectiva medición de tránsito en una sección vial y **10 puntos de medición de tasas de ocupación** que coincidirán con algunos de los puntos de encuesta origen / destino.

Se diseñarán encuestas de preferencias declaradas y reveladas, las que serán levantadas en terreno en forma simultánea a las encuestas origen-destino, en **10 puntos de encuesta**. Estos antecedentes permitirán la estimación de modelos mixtos de elección de ruta, los que permitirán dar cuenta de la disposición a pagar de los usuarios de la vialidad. Se destaca la experiencia reciente del consultor en este tipo de encuestas, incorporando criterios metodológicos más actualizados en el diseño de experimentos.

Dada la existencia de vías concesionadas en la región de O'Higgins, resulta fundamental disponer de una medida de la disposición a pagar de los viajeros de la zona. Por esta razón, se estimarán modelos de elección de ruta tanto para vehículos livianos como para camiones usando la experiencia más reciente del consultor en la generación y estimación de modelos de valor del tiempo.

Con el propósito de facilitar el diseño del trabajo de terreno como también identificar la información del sistema de transporte que se requiere levantar en terreno, se construirá una red de transporte preliminar y se desarrollará un catastro de transporte público interurbano. Se complementará además con mediciones de velocidad de operación con vehículo instrumentado con GPS.

En relación al análisis de caminos básicos, se realizará en esta etapa la inspección visual, las mediciones de flujos vehiculares en simultáneo al resto de las mediciones comprometidas y se avanzará en un diagnóstico integral respecto de los caminos básicos. En este caso, se considera la realización de **120 puntos de medición de flujo vehicular** en secciones relevantes de caminos básicos.

1.3.3 Etapa III: Calibración del Modelo

La tercera etapa compromete la puesta en operación del modelo de redes, y su utilización en modalidad de análisis, con el fin de determinar eventuales desbalances entre oferta y demanda vial. Este será uno de los elementos a considerar en la elaboración de un diagnóstico, que servirá de base para la proposición de alternativas de mejoramiento. De esta forma se contará con una herramienta que permitirá estudiar los planes y proyectos de infraestructura de interconexión para el mediano y largo plazo.

Por tratarse de proyectos de mediano y largo plazo se requiere de un modelo que permita predecir la demanda bajo distintos escenarios de infraestructura de transporte, particularmente vial, lo que quiere decir que este modelo debe ser elástico a los costos de transporte. Esto sugiere la utilización de un modelo de asignación estocástica y multiusuario, que recoja las elecciones de ruta en un contexto sujeto a tramos tarificados. Con este modelo de redes se podrá estudiar la rentabilidad de las diferentes alternativas de planes y proyectos.

El diagnóstico que será elaborado abarcará las distintas dimensiones en las que puede expresarse el territorio, siendo particularmente relevante la localización de las actividades que dan origen al movimiento de carga y el soporte logístico asociado a los desplazamientos.

Para alcanzar este propósito se hace necesario describir el nivel de equipamiento y de infraestructura existente en cada centro de actividad, a su vez, resulta de importancia el rol jugado por cada centro en la distribución y logística de la producción de la zona y de su abastecimiento.

Este diagnóstico también deberá apuntar a identificar las limitantes de la infraestructura para el desarrollo económico del área de estudio, antecedente que colabora en el diseño de un programa de inversión para la zona.

La proyección de la demanda de viajes resulta muy relevante en el análisis, pues permitirá analizar el impacto esperado de los niveles crecientes de uso del automóvil y de requerimientos de transporte de bienes, que irán progresivamente incrementando los niveles de congestión y tiempos de viaje. Para la proyección se considera la realización de modelos econométricos que relacionen el PIB nacional con series históricas de flujo vehicular, provenientes de plazas de peaje o del Plan Nacional de Censos de la Dirección de Vialidad. También se analizará la estimación de modelos de demanda directa, relacionando los viajes observados con características de las zonas de origen y destino de los viajes, y se explorará el uso de modelos secuenciales para el transporte de carga.

1.3.4 Etapa IV: Evaluación y Proposición de Plan de Inversiones

La cuarta etapa, correspondiente al informe final, tiene por objetivo principal el diseño y evaluación del programa de inversiones, para lo cual se empleará un modelo de redes, sustentado en una proyección de los escenarios de desarrollo. Dado que esta etapa corresponde a la entrega final se considera el diseño e implementación de una base de datos con la información recopilada en el estudio, el reporte de todas las tareas del estudio y un informe ejecutivo que facilite la difusión de los resultados obtenidos.

Los planes y proyectos serán definidos en atención a los objetivos del estudio, resolviendo eventuales cuellos de botella de la infraestructura vial y considerando proyectos que favorezcan el desarrollo regional. Se contempla definir **tres planes de proyecto** y evaluar individualmente **30 proyectos específicos**. Estos planes serán evaluados, seleccionando aquellos de mayor rentabilidad para proponer un programa de inversiones.

Como parte de la propuesta de mejoramiento integral de la red vial de O'Higgins, se propondrán mejoras a la condición operacional de los caminos básicos existentes en la región, principalmente en el ámbito de la seguridad vial pero también identificando vías que debieran modificar sus características geométricas e integrar la red vial de mayor jerarquía.

1.4 Contenido del Informe

En el presente informe se entregan todas las tareas comprometidas para el estudio. El contenido se ha estructurado en catorce capítulos, incluyendo el actual de presentación.

El segundo capítulo corresponde al levantamiento de antecedentes del área de estudio.

El tercer capítulo presenta las definiciones básicas para el modelo a generar para representar el tránsito interurbano.

El cuarto capítulo reporta los estudios de base realizados y el capítulo 5 presenta los modelos de elección de ruta resultantes de los experimentos de preferencias declaradas.

El sexto capítulo aborda los resultados del catastro de caminos básicos de la región.

El séptimo capítulo corresponde a la calibración del modelo de transporte interurbano a construir como parte del estudio.

El octavo capítulo realiza un diagnóstico territorial a partir de los antecedentes sociodemográficos y del mercado de transporte, para identificar potenciales actividades productivas a potenciar y brechas de infraestructura, a partir de las cuales se proponen alternativas de proyecto.

El noveno capítulo presenta la recopilación de información y propuesta de proyección de la demanda por transporte en el área de estudio.

En el décimo capítulo se desarrolla el escenario de infraestructura considerando los proyectos que conformarán la situación base y la propuesta de inversiones de mediano y largo plazo que será evaluada en la siguiente etapa del estudio. Incluye un análisis de riesgos de los proyectos estratégicos propuestos y un diagnóstico de los caminos básicos regionales con su proposición de medidas de mejoramiento en el ámbito de la seguridad vial.

El undécimo capítulo está orientado a reportar la modelación de los proyectos estratégicos, cuya evaluación social se presenta en el capítulo 12.

En el capítulo 13 se propone el diseño de un plan de inversiones para la región, basado en los proyectos estratégicos y una propuesta de jerarquización de la vialidad.

Finalmente, el capítulo 14 presenta el diseño de la base de datos georreferenciada del estudio y el resumen de las principales conclusiones.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

2 RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES 2-1

2.1 PRESENTACIÓN.....2-1
2.2 ANTECEDENTES DE INFRAESTRUCTURA VIAL.....2-1
2.3 ANTECEDENTES DE TRANSPORTE.....2-4
2.3.1 Plan Nacional de Censos.....2-4
2.3.2 Contadores automáticos.....2-1
2.3.3 Movimiento de Carga Ferroviaria.....2-1
2.4 ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES.....2-3
2.4.1 Antecedentes Demográficos.....2-5
2.4.2 Equipamiento Comunal.....2-15
2.4.2.1 Equipamiento Educacional.....2-15
2.4.2.2 Equipamiento de Salud.....2-19
2.4.2.3 Otros Servicios.....2-21
2.4.3 Antecedentes Económicos.....2-22
2.4.4 Análisis Sectorial.....2-24
2.4.4.1 Sector Agrícola.....2-24
2.4.4.2 Agroindustria.....2-35
2.4.4.3 Sector Forestal.....2-38
2.4.4.4 Sector Minero.....2-40
2.4.4.5 Sector Turismo.....2-41
2.5 ANTECEDENTES DE MEDIO AMBIENTE Y TERRITORIO.....2-47
2.5.1 Introducción.....2-47
2.5.2 Áreas Protegidas y Sistema Nacional de Áreas Protegidas.....2-47
2.5.2.1 Parques Nacionales.....2-54
2.5.2.2 Reserva Nacional.....2-56
2.5.2.3 Santuarios de la Naturaleza.....2-58
2.5.2.4 Humedales Urbanos.....2-63
2.5.2.5 Humedales RAMSAR.....2-69
2.5.3 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad que tienen efectos para el SEIA ..2-69
2.5.3.1 Sitio Prioritario La Roblería/Cordillera de la Costa Norte y Cocalán. Código Simbio: SP1-060) 2-69
2.5.3.2 Sitio Prioritario Las Cardillas (Código Simbio: SP1-024).....2-71
2.5.3.3 Sitio Prioritario Laguna de Bucalemu (Código Simbio SP1-023).....2-72
2.5.3.4 Sitio Prioritario Topocalma (Código Simbio SP1-023).....2-73

2.5.3.5 Sitio Prioritario Humedal Laguna Cahuil (Estrategia Regional de Biodiversidad (Código Simbio SP2-194) No hay normativa asociada, ... 2-74
2.5.4 Zona de Interés Turístico (ZOIT) 2-76
2.5.4.1 Zona de Interés Turístico Rapel 2-76
2.5.5 Zonas Típicas 2-78
2.5.6 Monumentos Históricos 2-79
2.5.7 Riesgos Naturales 2-82
2.6 PLANES Y ESTUDIOS EXISTENTES 2-90
2.6.1 Planes de Desarrollo de Infraestructura 2-90
2.6.1.1 Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 2-90
2.6.1.2 Chile 2020, Obras Públicas para el Desarrollo (año 2009) 2-94
2.6.1.3 Actualización Plan Director de Infraestructura MOP (2007-09) 2-98
2.6.1.4 Agenda 3030 Hacia un país con desarrollo equilibrado. Infraestructura y Agua (2014) 2-102
2.6.1.5 Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050 (2020) 2-106
2.6.1.6 Estudios Prospectivos del Plan Nacional de Infraestructura 2-111
2.6.1.7 Planes de transporte urbano de SECTRA 2-112
2.6.2 Estudios de Transporte 2-116
2.6.2.1 Estudio Ampliación Ruta 90 tramo Placilla -Santa Cruz 2-116
2.6.2.2 Estudio Conexión Ruta Costera sector Santo Domingo - Pichilemu 2-118
2.6.2.3 Análisis Estimación de la Demanda de Carga Interurbana 2-119
2.6.3 Estudios Territoriales 2-119
2.6.3.1 Estrategia Regional de Desarrollo Región de O'Higgins 2-119
2.6.3.2 Plan Regional de Desarrollo Urbano 2-122
2.6.3.3 Plan Regulador Intercomunal de Rancagua 2-122
2.6.3.4 Plan Regulador Intercomunal Río Claro 2-124

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXO CAP. 2: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
2-5 PLANOS MEDIO AMBIENTE
2-6 PLANES DE INFRAESTRUCTURA

2 RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES

2.1 Presentación

En este capítulo se realiza un levantamiento de antecedentes que permiten caracterizar el área de análisis, particularmente en el ámbito del movimiento de bienes y personas, considerando antecedentes de transporte, estudios realizados y otras fuentes.

En el segundo punto se presentan antecedentes que permiten caracterizar la red vial de la Región de O'Higgins, en términos de su extensión y principales características.

En el tercer punto se reportan los antecedentes de flujos que se pueden obtener del Plan Nacional de Censos que elabora periódicamente la Dirección de Vialidad a través de conteos vehiculares periódicos, como también antecedentes obtenidos de los registros de pasadas vehiculares provenientes de otras fuentes de información.

En la cuarta sección del capítulo se realiza un levantamiento de información del sistema de actividades regional, revisando antecedentes demográficos, de equipamiento comunal y económicos.

En el quinto punto se recopilan antecedentes que permiten caracterizar el medio ambiente regional, estableciendo la presencia de áreas protegidas y condicionantes del territorio.

En el punto final se levanta información de estudios relacionados con el actual, los cuales son analizados de manera de identificar aquellos aspectos que resultan más relevantes al objetivo del presente estudio. Un aspecto también tratado se refiere a la planificación de infraestructura MOP existente en el área de análisis, lo que servirá de punto de partida para los desarrollos posteriores.

2.2 Antecedentes de Infraestructura Vial

De acuerdo al documento "Red Vial Nacional, Dimensionamiento y Características – 2024", la región de O'Higgins cuenta con una red vial de 4.844,35 Km lo que representa el 5,5% de la red vial nacional, estimada en 88.266,87 Km.

CUADRO N° 2.2-1: LONGITUD DE RED VIAL REGIONAL POR TIPO DE CARPETA (KM)

Región	Pavimentada*	Sol. Básicas	Ripio	Tierra	Total
Arica	439,34	992,01	177,60	708,56	2.317,52
Tarapacá	1.168,95	1.099,58	241,43	1.126,92	3.636,88
Antofagasta	1.893,50	1.790,63	396,51	2.292,16	6.372,79
Atacama	1.190,64	3.910,61	1.022,37	1.675,13	7.798,75
Coquimbo	1.434,95	1.835,72	1.296,19	836,31	5.403,16
Valparaíso	1.425,39	1.929,70	303,89	219,92	3.878,90

Región	Pavimentada*	Sol. Básicas	Ripio	Tierra	Total
Metropolitana	1.665,56	953,13	160,52	76,40	2.855,61
O'Higgins	**1.453,12**	**1.603,19**	**1.339,84**	**448,20**	**4.844,35**
Maule	1.895,04	1.758,73	2.149,60	1.324,85	7.128,21
Ñuble	885,59	531,57	2.790,81	443,72	4.651,69
Biobío	1.595,26	683,72	3.370,98	997,69	6.647,65
Araucanía	1.806,63	1.184,00	6.528,35	2.485,08	12.004,06
Los Ríos	1.027,45	1.004,60	2.359,53	313,37	4.704,95
Los Lagos	1.971,11	1.356,13	5.422,25	230,44	8.979,94
Aysén	487,05	569,38	2.437,73	86,82	3.580,98
Magallanes	833,39	304,41	2.014,24	309,39	3.461,44
País	21.172,96	21.507,08	32.011,84	13.574,99	88.266,87

Fuente: Elab. propia a partir de Red Vial Nacional, Dimensionamiento y Características – 2024
*: incluye pavimentos de hormigón, asfalto y caminos básicos intermedios

La región de O'Higgins cuenta con la octava red vial en extensión en el país y un 63,1% de la red está pavimentada o con soluciones básicas. Es la cuarta región con mayor porcentaje de red vial pavimentada o con soluciones básicas. Aproximadamente un 27,7% de su red se encuentra ripiada y un 9,3% con caminos de tierra. En términos generales, presenta una condición superior al promedio nacional, si bien muestra un estándar inferior al de las regiones vecinas de Valparaíso y Metropolitana.

CUADRO N° 2.2-2: LONGITUD DE RED VIAL REGIONAL POR TIPO DE CARPETA (%) – PAÍS

Región	Pavimentada	Sol. Básicas*	Total pavimentos	Ripio	Tierra	Total
Arica	19,0%	42,8%	61,8%	7,7%	30,6%	100,0%
Tarapacá	32,1%	30,2%	62,4%	6,6%	31,0%	100,0%
Antofagasta	29,7%	28,1%	57,8%	6,2%	36,0%	100,0%
Atacama	15,3%	50,1%	65,4%	13,1%	21,5%	100,0%
Coquimbo	26,6%	34,0%	60,5%	24,0%	15,5%	100,0%
Valparaíso	36,7%	49,7%	86,5%	7,8%	5,7%	100,0%
Metropolitana	58,3%	33,4%	91,7%	5,6%	2,7%	100,0%
O'Higgins	**30,0%**	**33,1%**	**63,1%**	**27,7%**	**9,3%**	**100,0%**
Maule	26,6%	24,7%	51,3%	30,2%	18,6%	100,0%
Ñuble	19,0%	11,4%	30,5%	60,0%	9,5%	100,0%
Biobío	24,0%	10,3%	34,3%	50,7%	15,0%	100,0%
Araucanía	15,1%	9,9%	24,9%	54,4%	20,7%	100,0%
Los Ríos	21,8%	21,4%	43,2%	50,1%	6,7%	100,0%
Los Lagos	22,0%	15,1%	37,1%	60,4%	2,6%	100,0%
Aysén	13,6%	15,9%	29,5%	68,1%	2,4%	100,0%
Magallanes	24,1%	8,8%	32,9%	58,2%	8,9%	100,0%
País	24,0%	24,4%	48,4%	36,3%	15,4%	100,0%

Fuente: Elab propia a partir de Red Vial Nacional, Dimensionamiento y Características – 2024
*: incluye capa de protección y granular estabilizado

Si se analiza por categoría vial, se tiene la siguiente distribución:

CUADRO N° 2.2-3: LONGITUD DE RED VIAL REGIONAL POR CATEGORÍA VIAL Y TIPO DE CARPETA (KM)

Categoría vial	Pavimentada	Sol. Básicas*	Total pavimentos	Ripio	Tierra
Nacionales	335,412	0,000	100%	0,801	0,000
Regional principal	685,891	47,940	89%	86,975	0,000
Regionales provincial	107,042	106,340	61%	96,534	37,133
Regionales comunales	252,595	1.133,373	57%	749,525	281,458
Caminos regionales de acceso	72,183	315,533	42%	406,005	129,610
Total	**1.453,123**	**1.603,186**	**63%**	**1.339,840**	**448,201**

Fuente: Elab propia a partir de Red Vial Nacional, Dimensionamiento y Características – 2024
*: incluye capa de protección y granular estabilizado

Como se observa, el 100% de los caminos nacionales y el 89% de la red vial regional principal están pavimentados o con solución básica. En la red regional provincial se tiene un 61% de cobertura, con un 31% de este tipo de red en solución básica. En la red vial comunal y caminos regionales de acceso se observa la mayor deficiencia en términos de pavimentación, con un 57% y un 42% de la longitud, respectivamente. Si se considera solo vías pavimentadas, la cobertura en la red vial comunal y caminos regionales de acceso es de un 10% y un 8% respectivamente, por lo que la mayor parte de los mejoramientos de estándar han sido mediante soluciones básicas.

A nivel provincial, se tiene la siguiente distribución de red por tipo de carpeta:

CUADRO N° 2.2-4: LONGITUD DE RED VIAL PROVINCIAL POR TIPO DE CARPETA (KM)

Provincia	Pavimentada	Sol. Básicas*	Ripio	Tierra	Total
Cachapoal	742,871	766,873	410,190	26,228	1.946,162
Cardenal Caro	256,366	328,360	465,822	264,353	1.314,901
Colchagua	453,886	507,953	463,828	157,620	1.583,287
Región de O'Higgins	**1.453,123**	**1.603,186**	**1.339,840**	**448,201**	**4.844,350**

Fuente: Elab propia a partir de Red Vial Nacional, Dimensionamiento y Características – 2024
*: incluye capa de protección y granular estabilizado

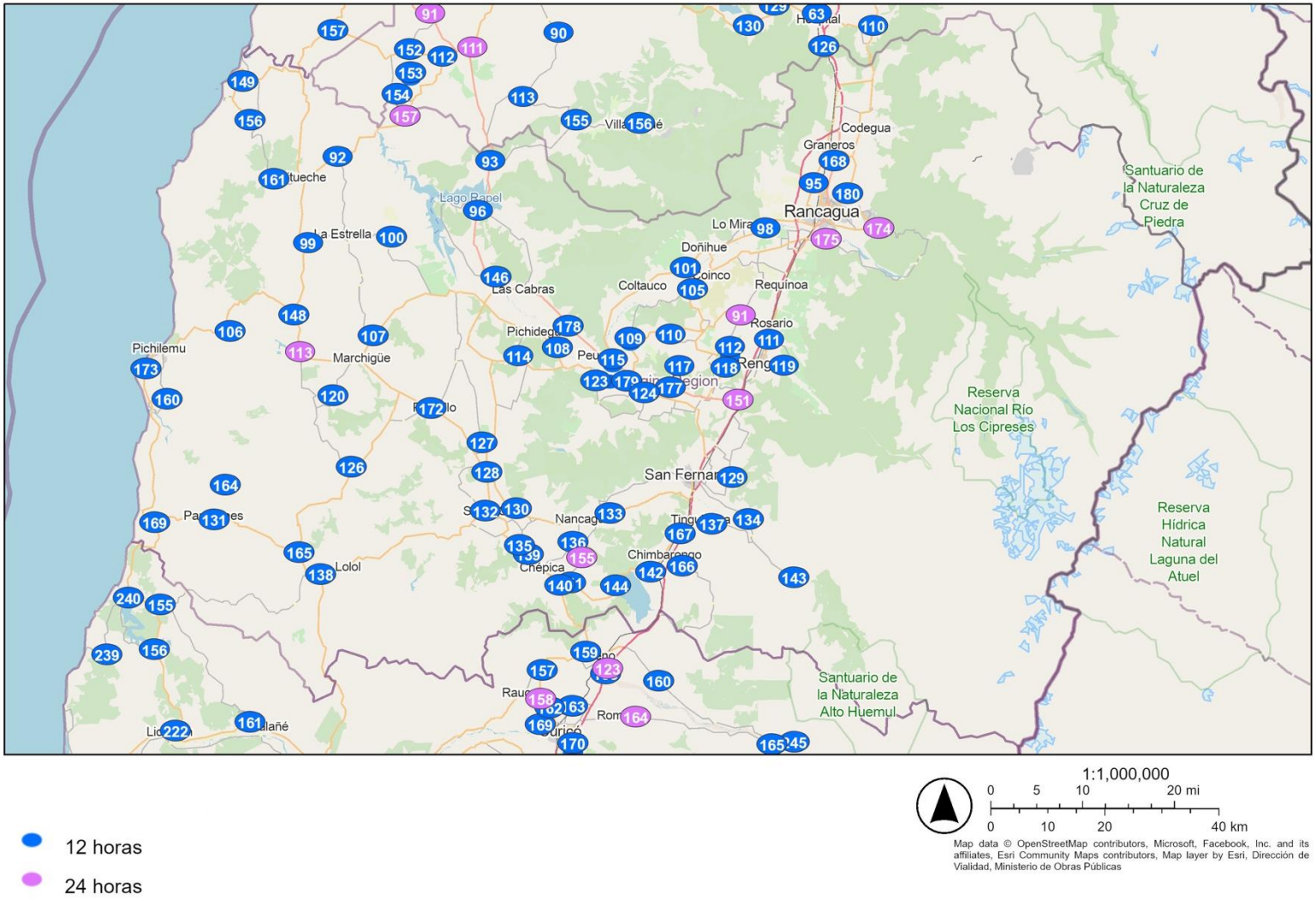
Como se observa, las redes provinciales de la provincia de Cachapoal es la más extensa de la región, seguida de la provincia de Colchagua y finalmente de la provincia de Cardenal Caro. La red pavimentada también tiene una longitud mayor en la provincia de Cachapoal, con un 78% de su red vial pavimentada o con soluciones básicas, y con un 21% de caminos de ripio y solamente un 1% con caminos de tierra. La provincia de Colchagua cuanta con un 61% de su red pavimentada o con soluciones básicas, un 29% con caminos de ripio y un 10% de caminos de tierra La provincia de Cardenal Caro presenta el menor estándar vial de las 3 provincias, con solamente un 44% de su red vial pavimentada o con soluciones básicas, un 35% de caminos de ripio y un 20% de su red en caminos de tierra.

2.3 Antecedentes de Transporte

2.3.1 Plan Nacional de Censos

La Dirección de Vialidad recopila sistemáticamente información de tránsito a través de conteos periódicos, realizados bianualmente en tres ocasiones (verano, invierno, primavera), lo que permite tener una estimación de los volúmenes que circulan por el área de estudio. En la figura siguiente se presenta la localización de los puntos de control en la Región de O'Higgins.

FIGURA N° 2.3-1: PUNTOS DE MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES 2023 - REGIÓN DE O'HIGGINS



Fuente Vialidad MOP

Respecto a las mediciones periódicas, estas se realizan bianualmente durante un día de temporada de verano, uno de invierno y uno de primavera, estimando el TMDA como el promedio de los valores obtenidos. Si bien este procedimiento de cálculo del TMDA es sólo aproximado, permite contar con una serie temporal de información por temporada.

En el cuadro siguiente, se reporta el TMDA para los años 2015, 2017, 2019, 2021 y 2023, obtenido a partir de las mediciones efectuadas en los puntos del Plan Nacional de Censos en la región.

CUADRO N° 2.3-1: TMDA PLAN NACIONAL DE CENSOS – REGIÓN DE O'HIGGINS

Punto de Control	Ruta	Lugar	Tramo	2015	2017	2019	2021	2023
06-090	H-35	Bif. Los Lirios	Gultro - Coya	1.375	1.228	-	-	-
06-091	H-50	Bif. Requínoa	Longitudinal Sur - Quinta De Tilcoco	3.734	6.179	4.453	3.310	5.403
06-092	I-62-G	Bif. La Estrella	Limite Regional - Litueche	1.800	2.378	2.343	3.177	3.310
06-093	Ruta 66	Bif. Alhué	Limite Regional - El Manzano	4.257	6.388	6.248	6.146	3.983
06-094	H-15	Bif. Graneros	Codegua - La Campaña	3.991	3.064	-	-	-
06-095	H-10	Bif. El Crucero	Graneros - Rancagua	9.325	10.291	10.866	8.779	12.370
06-096	Ruta 66	Bif. Las Cabras	Santa Clarisa - El Manzano	7.956	7.564	7.770	10.417	9.111
06-097	H-27	Cruce Machalí	Rancagua - Coya	5.947	6.157	-	-	-
06-098	H-30	Bif. Punta De Cortez	Rancagua - Lo Miranda	14.123	12.372	15.391	19.396	19.823
06-099	I-80-G	Cruce Las Damas	Litueche - La Rosa	1.917	2.402	2.596	3.296	3.381
06-100	I-150	Bif. Coipue	La Estrella - Limite Regional	281	307	264	644	835
06-101	H-30	Bif. Los Bronces	Doñihue - Coltauco	8.431	9.045	8.360	11.560	10.998
06-102	H-40	Cruce a Olivar Alto	Gultro - Olivar	6.021	6.524	-	-	-
06-103	H-38	Bif. Olivar	Doñihue - Coinco	2.907	3.171	-	-	-
06-104	H-30	Cruce Coltauco	Coltauco - Peumo	5.087	4.247	-	-	-
06-105	H-38	Bif. A Millahue	Coinco - Quinta De Tilcoco	1.604	1.831	2.018	2.699	2.489
06-106	Ruta 90	Bif. Alcones	Pichilemu - San Fernando.	2.940	3.022	3.230	3.984	4.458
06-107	H-76	Cruce Los Maitenes	San Vicente - Marchigüe	1.313	1.659	1.250	1.990	2.058
06-108	H-76-I	Bif. La Ratonera	Vicente De Tagua Tagua - Pichidegua	1.870	2.207	2.471	4.141	3.295
06-109	H-56	Bif. Millahue	Quinta De Tilcoco - San Vicente	2.688	2.884	3.338	2.914	2.901
06-110	H-56	Bif. La Estacada	Quinta De Tilcoco - San Vicente	2.130	1.793	1.588	2.255	2.250
06-111	H-511	Cruce Lo De Lobos	Rosario - Rengo	5.540	6.743	5.918	5.105	8.142
06-112	H-60	Bif. Camarico	Rengo - Quinta De Tilcoco	3.623	3.114	4.482	4.136	5.452
06-113	Ruta 90	Bif. Alcones	San Fernando - Pichilemu	3.154	3.338	2.956	4.039	4.331
06-114	H-882	Bif. A Pichidegua	Santa Amelia - San Roberto.	1.267	1.771	1.558	1.267	2.005
06-115	Ruta 66	Bif. Doñihue	San Vicente De Tagua Tagua - Peumo	9.836	12.887	12.331	9.237	13.425
06-116	Ruta 66	Cruce Guacarhue	San Vicente De Tagua Tagua - Peumo	9.597	12.890	-	-	-
06-117	H-634	Bif. Requegua	Malloa - Corcolén	440	445	598	797	796
06-118	H-64	Bif. Panquehue	Cruce H-60 - Estación Malloa	6.393	6.776	7.082	7.969	6.543
06-119	H-665	Cruce La Chimba.	Rengo - Las Nieves	2.229	2.818	2.903	2.705	3.917
06-120	I-660	Bif. Población	Marchigüe - La Quebrada	260	388	240	482	521
06-121	Ruta 90	Cruce Los Maitenes	Peralillo - Marchigüe	4.699	4.737	-	-	-
06-122	Ruta 90	Bif. Los Cardos	Peralillo - Población	4.559	5.313	-	-	-

Punto de Control	Ruta	Lugar	Tramo	2015	2017	2019	2021	2023
06-123	H-76-I	Bif. Calle Lo Mena	San Vicente De Tagua Tagua-San José de Marchigüe	3.610	4.773	4.103	4.447	4.348
06-124	H-800	Bif. Millahue	El Tambo - El Cardal	1.679	4.673	5.119	3.054	5.932
06-125	I-90-H	Bif . Estero Roma	Angostura - El Tambo	4.476	6.794	-	-	-
06-126	I-60	Bif. Marchigüe	Colhue - Pumanque	1.320	751	1.630	1.021	2.214
06-127	H-82-I	Cruce Pupilla	Est. Colchagua - Los Olmos	3.857	4.606	4.840	6.221	6.421
06-128	Ruta 90	Cruce Sta. Cruz	Palmilla - Peralillo	5.253	5.959	6.450	9.199	8.955
06-129	I-151	Bif. Roma	La Marinana - Agua Fría	1.113	1.233	1.426	1.819	1.305
06-130	Ruta 90	Bif. Apalta	San Fernando - Pichilemu	9.685	11.864	11.768	15.380	14.305
06-131	I-72	Bif. Paredones	Santa Cruz - Bucalemu	1.647	1.866	1.950	2.541	3.001
06-132	I-72	Bif. Isla Yaquil	Santa Cruz - Lolol	5.630	5.251	7.459	8.733	6.972
06-133	Ruta 90	Cruce Chacarilla	San Fernando - Nancagua	9.806	11.929	10.848	13.931	11.348
06-134	I-45	Bif. Puente Negro	Talcarehue - Fundo La Macarena	2.477	2.488	2.862	3.865	3.485
06-135	I-86	Cruce Quinahue	Chépica - Chomedahue	4.390	4.675	5.337	6.287	6.157
06-136	I-82	Bif. Puquillay	Nancagua - Chépica	5.788	4.347	1.974	2.964	1.666
06-137	I-451	Bif. Fundo La Macarena	Tinguiririca - Puente Negro	1.490	1.756	2.232	2.464	1.955
06-138	I-72	Bif. La Palma	Lolol - Bucalemu	2.135	2.860	3.105	4.321	5.237
06-139	I-86	Cruce Las Palmas	Chépica - Chomedahue	4.249	5.370	5.852	6.294	5.742
06-140	I-300-J	Bif. Rinconada de Jauregui	Chépica - Rinconada De Navarro	2.695	2.895	3.963	5.023	4.478
06-141	I-86	Bif. Puquineo	Chimbarongo - Chépica	1.641	2.018	2.262	2.638	2.417
06-142	I-86	Bif. Embalse Convento Viejo	Chimbarongo - Santa Cruz	1.866	2.193	2.248	2.887	2.389
06-143	I-45	Bif. El Encanche	Puente Negro - Termas Del Flaco	583	493	212	258	435
06-144	I-86	Bif. Puquillay	Chimbarongo - Chépica	1.052	1.188	914	1.627	1.339
06-145	H-15	Bif. Acceso a La Cruz	Rancagua - La Compañía	3.924	3.782	4.555	4.298	-
06-146	Ruta 66	Bif. Puente Las Cabras.	Las Cabras - Santa Julia	8.111	8.341	8.653	11.228	10.616
06-147	I-502	Bif. Paredones.	Pichilemu - Bucalemu	2.801	3.027	-	-	-
06-148	Ruta 90	Bif. La Rosa	Peralillo - Pichilemu	2.933	3.400	3.556	4.641	4.270
06-149	I-198	Cruce Lagunillas	Navidad - Matanzas	362	612	440	1.762	2.237
06-150	H-450	Frente A Sitio Nº 80	Requínoa - El Abra	9.324	10.061	-	-	-
06-151	Ruta 66	Directo (500 Mts.)	Longitudinal Sur - San Vicente De Tagua Tagua	5.277	16.660	7.954	8.973	10.188
06-152	H-611	Bif. Los Maquis.	Pelequén - Pelequén Viejo	3.854	2.263	-	-	-
06-153	I-85-J	Morza	Ruta 5 - Morza	3.929	5.007	-	-	-
06-154	H-255	Cruce Rancagua	Sanchina - Nogales	1.897	6.329	-	-	-
06-155	I-810	Bif. La Cabrería	Puquillay - Convento Viejo	606	375	398	573	692
06-156	I-112	Bif. Pupuya	Litueche - Matanza	121	107	130	207	226

Punto de Control	Ruta	Lugar	Tramo	2015	2017	2019	2021	2023
06-157	I-62-G	Bif. Quelentaro	Limite Regional - Litueche	1.738	1.954	2.107	2.615	2.128
06-158	Ruta 90	Bif. Paredones.	San Fernando - Pichilemu	4.719	5.213	-	-	-
06-159	I-566-J	Bif. San Pedro de Alcántara	Nilahue - Rarin	105	267	-	-	-
06-160	I-520	Bif. La Pampa	Pichilemu - Cahuil	344	671	857	1.452	1.620
06-161	I-112	Bif. La Estafeta	Litueche - Matanzas	388	463	457	501	616
06-163	H-17	Pasarela Hacia Compañía	Graneros - La Compañía	2.488	6.088	-	-	-
06-164	I-620	Bif. El Calvario	Paredones - El Calvario	-	-	226	222	259
06-165	I-72	Bif. Laqueseria	Santa Cruz - Bucalemu	-	-	2.183	2.690	2.943
06-166	I-85-J	Bif. Carrizal	Chimbarongo - Morza	-	-	3.317	4.078	3.477
06-167	I-890	Bif. La Rubiana	Tinguiririca - Chimbarongo	-	-	4.384	4.393	3.772
06-168	Ex. Ruta 5	Directo (Km. 78,5)	Rancagua - Graneros	-	-	20.227	22.217	38.422
06-169	I-72	Bif. La Capilla	Paredones - Bucalemu	-	-	1.298	2.153	2.258
06-170	H-711	Bif. Cuenca	Pelequén - Los Maquis	-	-	658	801	798
06-172	Ruta 90	Cruce Los Cardos	Peralillo - Población	-	-	6.565	8.293	7.948
06-173	I-502	Directo (Km. 15)	Pichilemu - Bucalemu	-	-	2.728	3.454	3.797
06-174	H-27	Directo (Km. 3,5)	Machalí - Coya	-	-	9.145	10.285	14.896
06-175	H-35	Directo (Km. 4,5)	Longitudinal Sur - Coya	-	-	2.944	2.753	2.837
06-177	Ruta 66	Directo (Km. 12)	Pelequén - Limite Regional	-	-	-	-	12.182
06-178	Ruta 66	Directo (Km. 34)	Pelequén - Limite Regional	-	-	-	-	10.999
06-179	H-76-I	Bif. Estero Zamorano	San Vicente De Tagua Tagua - San José de Marchigüe	-	-	-	-	4.279
06-180	H-15	Directo (Kilometro 4)	Rancagua - La Compañía	-	-	-	-	6.144

Fuente: Elaboración Propia a partir de antecedentes de la D. de Vialidad

El conjunto de las mediciones disponibles, en tres épocas del año y de manera bianual, se presenta en el Anexo Nº2 digital.

2.3.2 Contadores automáticos

En relación a los instrumentos contadores, si bien existen instrumentos emplazados en la región, la información más reciente disponible se remonta al año 2012. En el cuadro siguiente se muestran los instrumentos contadores ubicados en la Región de O'Higgins, que estuvieron operativos hasta agosto del año 2012.

CUADRO N° 2.3-9: INSTRUMENTOS CONTADORES AÑO 2012 EN REGIÓN DE O'HIGGINS

Código Estación	Nombre Estación	Nombre Camino	Rol	Ubicación
06.PH.105	El Crucero	Rancagua - San Fco. Mostazal	H - 10	km 17,5
06.PH.109	El Peral	San Fernando - Pichilemu	I - 50	km 55,5
06.PH.110	San Fernando	San Fernando - Pichilemu	I - 50	km 4,3
06.PH.143	Lo Miranda II	Rancagua - Doñihue - Peumo	H - 30	km 9,3
06.PH.145	Lolol	Santa Cruz - Lolol	I - 72	km 27,0
06.PH.146	Pichidegua	Camino de la Fruta	66	km 32,5
06.WIM.324	Doñihue	Rancagua - Doñihue - Pemuco	H - 30	km 16,0
06.WIM.325	San Vicente	Ruta de la Fruta	66	km 16,5
WIM.326	Nancagua	San Fernando - Sta. Cruz	I - 50	km 23,0
06.WIM.379	Chomedahue	Chépica - Santa Cruz	I - 86	km 9,15

Fuente: Elaboración Propia a partir de antecedentes de la D. de Vialidad

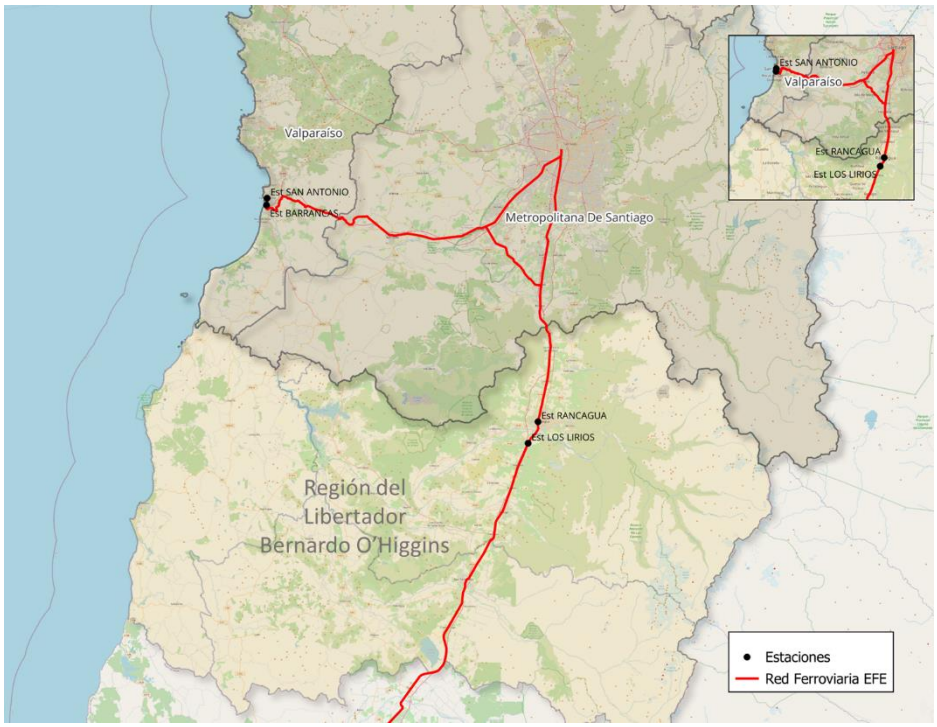
Dado que los antecedentes dejaron de recopilarse en 2012, no se considera la utilización de esta información.

2.3.3 Movimiento de Carga Ferroviaria

En cuanto al transporte ferroviario de carga en la región, se debe señalar que la red pertenece a Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), no obstante, la transferencia es realizada por dos empresas porteadoras Fepasa y Transap S.A., las que pagan derechos de uso de vía a EFE, que es dueño de la infraestructura.

El principal movimiento se realiza entre la División El Teniente y el puerto de San Antonio. Desde la fundición Caletones es transportado en camiones el mineral y el ácido sulfúrico generado hasta la estación de transferencia ubicada en la localidad de Los Lirios. Aquí se traspasa la carga a convoyes con destino la estación de Barrancas, en el puerto de San Antonio. En la figura siguiente se detalla lo expuesto:

FIGURA N°2.3-1: TRAZADO RED FERROVIARIA– REGIÓN DE O'HIGGINS



Fuente: Elaboración propia sobre Google Earth

A continuación, en la siguiente tabla se reporta la cantidad de carga transportada anualmente durante el período 2018-2022.

CUADRO N°2.4-30: CARGA FERROVIARIA TRANSPORTADA, REGIÓN DE O'HIGGINS

Año	Carga Transportada (ton)
2018	2.048.047
2019	1.863.807
2020	2.094.337
2021	2.474.109
2022	2.062.946

Fuente: Observatorio Logístico - MTT

Es importante notar que, por razones de secreto estadístico, no se dispone de mayor detalle en los pares origen destino servidos. No obstante, el nivel de carga movilizada por año es comparable con el movimiento de cobre y ácido sulfúrico generado en Caletones, lo que sugiere que se trata de carga minera movilizada al puerto de San Antonio y en menor medida otras cargas.

2.4 Antecedentes del Sistema de Actividades

La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins se ubica en la zona central del país, tiene una superficie territorial de 16.352 Km^2, siendo la provincia de Cachapoal la que cuenta con la mayor proporción del territorio regional.

La Región de O'Higgins está dividida en 3 provincias (Cachapoal, Cardenal Caro y Colchagua), con un total de 33 comunas. Su capital regional es Rancagua. Linita por el Norte con las Regiones de Valparaíso y Metropolitana, por el Sur con la Región del Maule, por el Este con la República de Argentina y por el Oeste con el Océano Pacífico.

El Censo del año 2017 registró un total de 914.555 habitantes, que representa el 5,2% de los habitantes del país. El 71% de la población se concentra en la provincia de Cachapoal, siendo Rancagua la que más aporta con un 26% del total regional. La segunda comuna más poblada es San Fernando en la provincia de Colchagua con el 8% de los habitantes de la región y menos de un tercio de la población de Rancagua. Las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el año 2024 estiman un total de 1.025.586 habitantes.

Su morfología y clima ha determinado que la Región de O'Higgins base su sistema económico en actividades silvoagropecuarias, como fruticultura, cultivos vinícolas y plantaciones forestales.

Además la región se destaca por la producción de cobre en el yacimiento minero El Teniente, ubicado en la comuna de Machalí, Provincia de Cachapoal.

El clima predominante corresponde al clima templado mediterráneo, el cual presenta variaciones por efecto de la topografía local. En la costa se presenta nuboso, mientras que hacia el interior debido a la sequedad experimenta fuertes contrastes térmicos. Las precipitaciones son mayores en la costa y en la Cordillera de Los Andes, debido al relieve que no deja entrada a los vientos húmedos oceánicos.

En el litoral, que recibe la influencia oceánica, predomina el clima templado nuboso, caracterizado por una mayor humedad y abundante nubosidad. En el sector de la depresión intermedia predomina un clima templado de tipo mediterráneo cálido con una estación seca de seis meses y un invierno lluvioso. A medida que se asciende por la cordillera, las temperaturas descienden bajo los cero grados en los meses de invierno. Sobre los 3.500 metros de altura se pasa al clima frío de altura con predominio de nieves eternas.

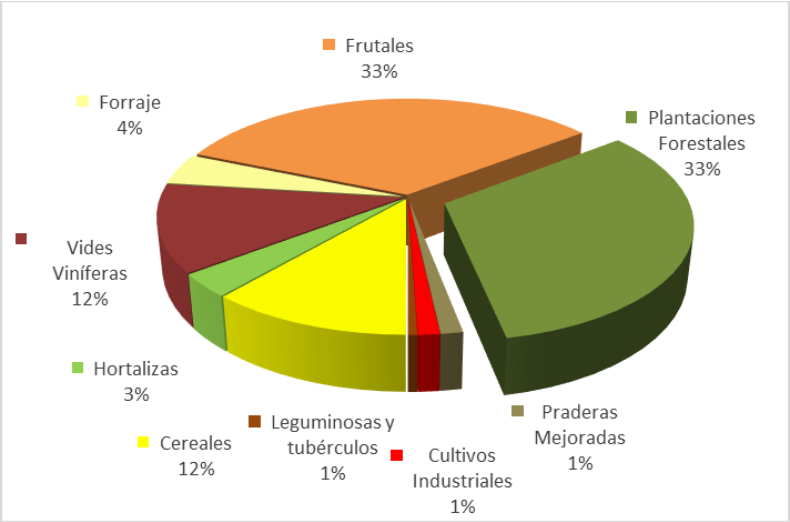
El sistema hidrográfico regional está constituido por el sistema del río Rapel y sus afluentes más importantes, el río Cachapoal y Tinguiririca; ambos en su confluencia en el sector denominado La Junta dan origen al embalse Rapel. Estos ríos favorecen el desarrollo de las actividades agrícolas.

FIGURA N°2.4-1: ÁREA DE ESTUDIO

Se destacan en la región la producción de frutales, la superficie cultivada representa el 27% del total nacional. La producción supera 1,3 millones de toneladas donde las principales especies corresponden a manzanas, vid de mesa, ciruelas, cerezas y peras que en conjunto aportan el 65% a la producción regional.

De todos los suelos catastrados en región por el Censo del año 2021, el 70% es utilizado como suelo de cultivo si se considera la superficie total de la región (1,6 millones de hectáreas).

GRÁFICO N°2.4-1: SUPERFICIE CULTIVADA EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS



2.4.1 Antecedentes Demográficos

En el período intercensal 1992-2002 como en el siguiente período 2002-2017, no se observan grandes variaciones en la evolución de la población de la Región de O'Higgins con incrementos inferiores al promedio nacional; no obstante, a nivel de comunas el comportamiento es diferente, con un crecimiento mayor en el caso de la provincia de Cachapoal en ambos períodos; superando el crecimiento regional. Lo anterior se explica por el incremento en el primer período de la comuna de la Estrella y por el incremento sostenido en ambos períodos de la comuna de Machalí.

La población en el período 2002-2017 se concentró principalmente en las comunas de Rancagua (26,4%), San Fernando (8,1%), Rengo (6,4%) y Machalí (5,7%). En contraste, la comuna con menor población que corresponde a Pumanque con 0,4% de los habitantes de toda la región.

CUADRO N°2.4-1: EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL A NIVEL COMUNAL – REGIÓN DE O'HIGGINS

Comuna	Población			Crecimiento		Superficie Km²	Densidad (Hab/km²)
	1992	2002	2017	1992-2002	2002-2017		
Rancagua	187.324	214.344	241.774	1,40%	0,80%	262	924
Rengo	43.617	50.830	58.825	1,50%	1,00%	585	101
Machalí	24.152	28.628	52.505	1,70%	4,10%	2.593	20
San Vicente	35.167	40.253	46.766	1,40%	1,00%	484	97
Graneros	22.453	25.961	33.437	1,50%	1,70%	112	298
Requínoa	19.432	22.161	27.968	1,30%	1,60%	674	42
Mostazal	18.138	21.866	25.343	1,90%	1,00%	525	48
Las Cabras	17.738	20.242	24.640	1,30%	1,30%	751	33
Doñihue	14.578	16.916	20.887	1,50%	1,40%	80	261
Pichidegua	16.594	17.756	19.714	0,70%	0,70%	319	62
Coltauco	15.205	16.228	19.597	0,70%	1,30%	223	88
Peumo	12.843	13.948	14.313	0,80%	0,20%	155	92

Comuna	Población			Crecimiento		Superficie Km²	Densidad (Hab/km²)
	1992	2002	2017	1992-2002	2002-2017		
Olivar	11.332	12.335	13.608	0,90%	0,70%	47	288
Malloa	12.252	12.872	13.407	0,50%	0,30%	220	61
Quinta De Tilcoco	10.782	11.380	13.002	0,50%	0,90%	87	150
Codegua	9.600	10.796	12.988	1,20%	1,20%	286	45
Coinco	5.823	6.385	7.359	0,90%	1,00%	98	75
Prov. Cachapoal	**477.030**	**542.901**	**646.133**	**1,30%**	**1,20%**	**7.499**	**86**
San Fernando	56.368	63.732	73.973	1,20%	1,00%	2.321	32
Santa Cruz	29.258	32.387	37.855	1,00%	1,00%	394	96
Chimbarongo	30.665	32.316	35.399	0,50%	0,60%	509	70
Nancagua	14.414	15.634	17.833	0,80%	0,90%	152	118
Chépica	14.101	13.857	15.037	-0,20%	0,50%	478	31
Palmilla	10.864	11.200	12.482	0,30%	0,70%	235	53
Peralillo	9.144	9.729	11.007	0,60%	0,80%	282	39
Placilla	7.799	8.078	8.738	0,40%	0,50%	144	61
Lolol	5.944	6.191	6.811	0,40%	0,60%	597	11
Pumanque	3.773	3.442	3.421	-0,90%	0,00%	441	8
Prov. Colchagua	**182.330**	**196.566**	**222.556**	**0,80%**	**0,80%**	**5.554**	**40**
Pichilemu	10.510	12.392	16.394	1,70%	1,90%	716	23
Marchihue	6.209	6.904	7.308	1,10%	0,40%	658	11
Navidad	5.423	5.422	6.641	0,00%	1,40%	299	22
Litueche	5.466	5.526	6.294	0,10%	0,90%	619	10
Paredones	6.622	6.695	6.188	0,10%	-0,50%	574	11
La Estrella	2.779	4.221	3.041	4,30%	-2,20%	433	7
Prov. Cardenal Caro	**37.009**	**41.160**	**45.866**	**1,10%**	**0,70%**	**3.299**	**14**
Región de O'Higgins	**696.369**	**780.627**	**914.555**	**1,10%**	**1,10%**	**16.352**	**56**

Fuente: Censos de Población 1992, 2002 y 2017. INE

Con relación a la densidad poblacional, se observa que el promedio regional es de 56 hab/km^2, sin embargo, es la capital regional la más densamente poblada con 924 hab/km^2, destacándose también las comunas de Doñihue, Graneros y Olivar, todas en la provincia de Cachapoal la más densa como se muestra en el gráfico que sigue.

GRÁFICO 2.4-1: DENSIDAD COMUNAL EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

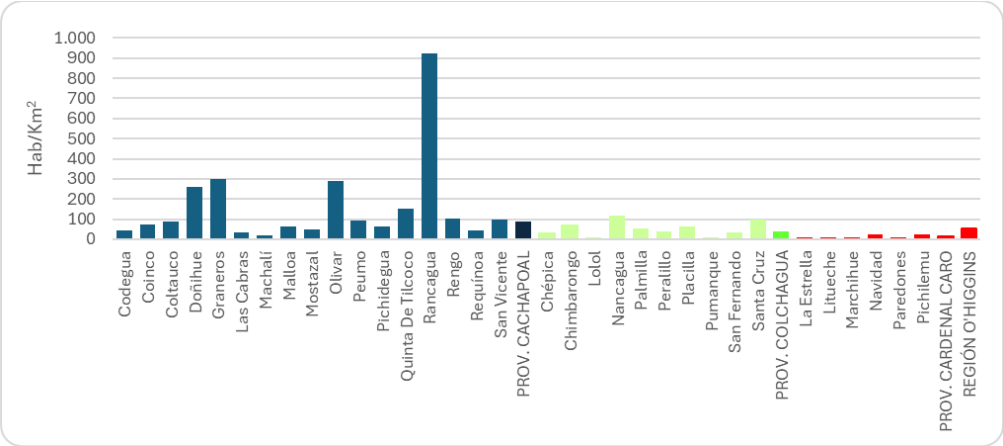
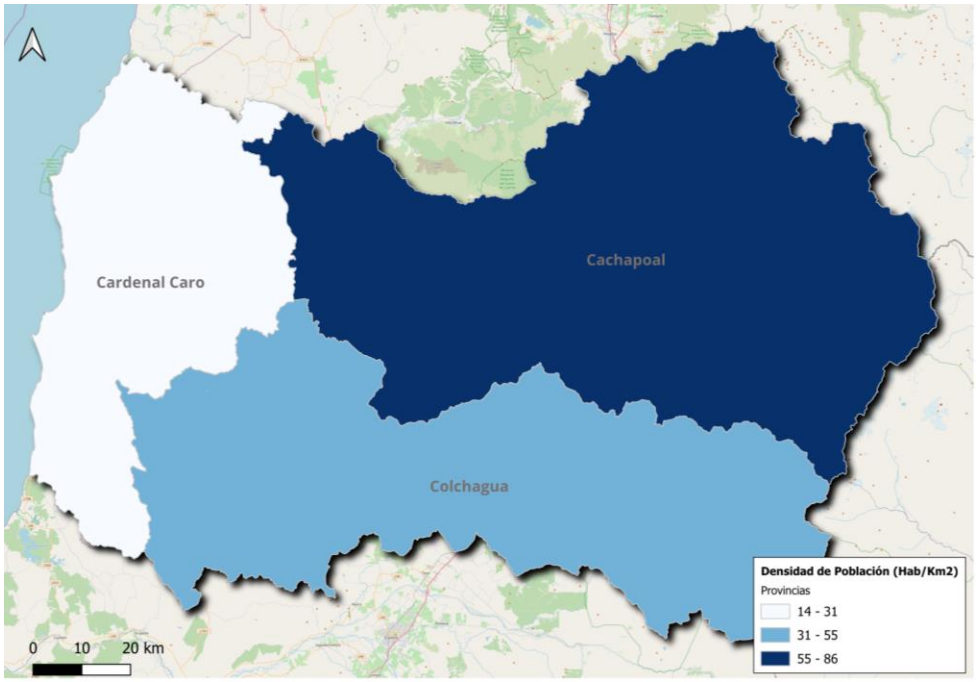


FIGURA N°2.4-2: DENSIDAD PROVINCIAL EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS



En el año 2017 se censaron en la región 453.710 hombres y 460.845 mujeres, lo que representó un índice de masculinidad de 98,4, es decir, aproximadamente 98 hombres por cada 100 mujeres. Existe una relativa paridad entre hombres y mujeres. Éstas últimas representan el 50,4% del total de habitantes. A nivel de provincias se mantiene esta proporción a excepción de Cardenal Caro donde las mujeres representan el 48,5% del total de habitantes de la provincia.

Las comunas que tienen una mayor proporción de hombres son La Estrella (52,7%) y Navidad (52,3%), lo que podría explicarse por las actividades agrícolas en la zona, en tanto, Malloa es la que menor porcentaje de hombres tiene, con 48,7%.

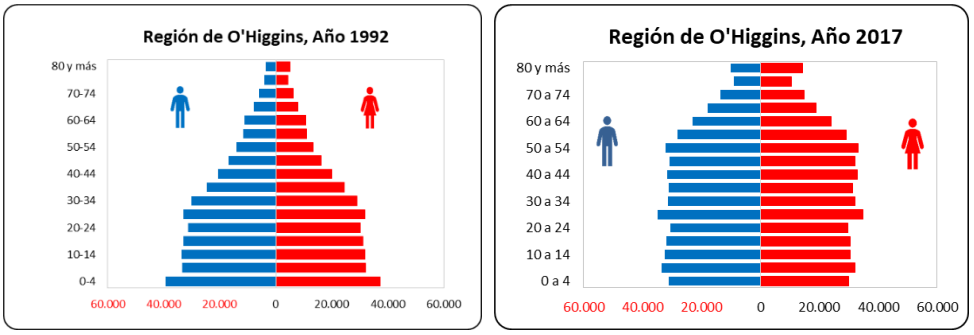
CUADRO N°2.4-2: POBLACIÓN SEGÚN GÉNERO Y COMUNA, REGIÓN DE O'HIGGINS

Comuna	Población Censo 1992		I.M	Población Censo 2002		I.M	Población Censo 2017		I.M
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres	
Rancagua	90.896	96.428	94	104.879	109.465	96	117.942	123.832	95
Rengo	22.102	21.515	103	25.311	25.519	99	28.844	29.981	96
Machalí	12.833	11.319	113	14.297	14.331	100	25.585	26.920	95
San Vicente	17.889	17.278	104	20.095	20.158	100	23.302	23.464	99,3
Graneros	11.363	11.090	102	12.992	12.969	100	16.634	16.803	99
Requínoa	10.236	9.196	111	11.378	10.783	106	14.125	13.843	102
Mostazal	9.200	8.938	103	11.038	10.828	102	12.663	12.680	100
Las Cabras	9.438	8.300	114	10.621	9.621	110	12.656	11.984	106
Doñihue	7.370	7.208	102	8.475	8.441	100	10.394	10.493	99
Pichidegua	8.802	7.792	113	9.208	8.548	108	10.080	9.634	105
Coltauco	7.984	7.221	111	8.239	7.989	103	9.806	9.791	100
Peumo	6.583	6.260	105	7.128	6.820	105	7.237	7.076	102
Olivar	6.036	5.296	114	6.244	6.091	103	6.822	6.786	101
Malloa	6.443	5.809	111	6.666	6.206	107	6.819	6.588	104
Quinta De Tilcoco	5.644	5.138	110	5.811	5.569	104	6.519	6.483	101
Codegua	5.109	4.491	114	5.551	5.245	106	6.510	6.478	100
Coinco	3.096	2.727	114	3.293	3.092	107	3.729	3.630	103
Prov. Cachapoal	**241.024**	**236.006**	**102**	**271.226**	**271.675**	**100**	**319.667**	**326.466**	**97,9**
San Fernando	27.778	28.590	97	31.157	32.575	96	36.077	37.896	95
Santa Cruz	14.750	14.508	102	16.160	16.227	100	18.593	19.262	97
Chimbarongo	16.086	14.579	110	16.612	15.704	106	17.824	17.575	101
Nancagua	7.382	7.032	105	7.959	7.675	104	8.830	9.003	98
Chépica	7.313	6.788	108	7.100	6.757	105	7.577	7.460	102
Palmilla	5.786	5.078	114	5.825	5.375	108	6.331	6.151	103
Peralillo	4.712	4.432	106	5.007	4.722	106	5.538	5.469	101
Placilla	4.093	3.706	110	4.134	3.944	105	4.432	4.306	103
Lolol	3.018	2.926	103	3.235	2.956	109	3.471	3.340	104
Pumanque	1.979	1.794	110	1.793	1.649	109	1.751	1.670	105
Prov. Colchagua	**92.897**	**89.433**	**104**	**98.982**	**97.584**	**101**	**110.424**	**112.132**	**98**
Pichilemu	5.469	5.041	108	6.440	5.952	108	8.289	8.105	102
Marchihue	3.299	2.910	113	3.549	3.355	106	3.745	3.563	105
Navidad	2.905	2.518	115	2.878	2.544	113	3.475	3.166	110
Litueche	2.912	2.554	114	2.932	2.594	113	3.287	3.007	109
Paredones	3.406	3.216	106	3.562	3.133	114	3.220	2.968	108
La Estrella	1.467	1.312	112	2.766	1.455	190	1.603	1.438	111
Prov. Cardenal Caro	**19.458**	**17.551**	**111**	**22.127**	**19.033**	**116**	**23.619**	**22.247**	**106**
Región de O'Higgins	**353.379**	**342.990**	**103**	**392.335**	**388.292**	**101**	**453.710**	**460.845**	**98**

Fuente: Censos de Población 1992, 2002 y 2017. INE

En cuanto a la estructura poblacional entre los censos del año 1992 y 2017 en la Región de O'Higgins se observan diferencias; en el año 1992 la pirámide poblacional es progresiva con una tasa de natalidad alta, una menor esperanza de vida y una mayor proporción de población joven; mientras que en el año 2017 la pirámide es estacionaria; es decir la tasa de natalidad y mortalidad son bajas y la población envejece, destacándose las mujeres por su mayor sobrevivencia en la cima.

GRÁFICO 2.4-2: EVOLUCIÓN POBLACIÓN POR RANGO ETARIO REGIÓN DE O'HIGGINS AÑOS 1992-2017



En el rango entre 0-14 años la población ha disminuido entre el año 1992 y 2017. El grupo que presenta un mayor incremento en el período corresponde al rango entre 45 a 64 años alcanzando en número más del doble. Se duplica la proporción de adultos mayores y se incrementa en un 10% la proporción de adultos de 45 años y más.

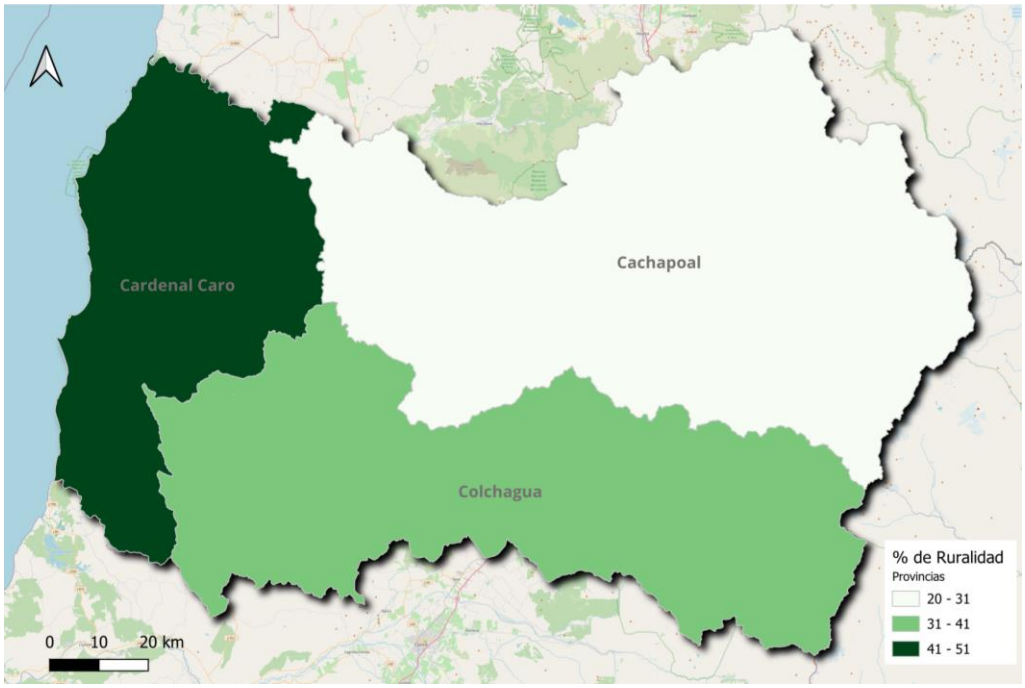
CUADRO N°2.4-3: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR RANGO ETARIO REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑOS 1992-2017

Rango Edad	Región de O'Higgins	
	1992	2017
0-14	207.350	189.770
15-29	190.720	192.413
30-44	148.545	190.525
45-64	104.624	232.921
65 ó más	45.130	108.926
Total	**696.369**	**914.555**
0-14	30%	21%
15-29	27%	21%
30-44	21%	21%
45-64	15%	25%
65 ó más	6%	12%

Fuente: Censos de Población 1992 y 2017. INE

La Región de O'Higgins cuenta con un 25,6% de población que vive en zonas rurales; a nivel provincial se destaca Cardenal Caro con el 51% de sus habitantes en esta condición; siendo la provincia de Cachapoal la que posee la menor ruralidad de la región. Las comunas de Navidad (provincia de Cardenal Caro) y Pumanque (provincia de Colchagua) son totalmente rurales.

FIGURA N°2.4-3: RURALIDAD EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS AÑO 2017



Las comunas con predominio de personas en áreas urbanas pertenecen a la provincia de Cachapoal y corresponden a Machalí (98,1%) y Rancagua (96,9%). Por otra parte las comunas de Doñihue y Coinco han incrementado de manera significativa su población rural entre los años 2002 y 2017, el resto ha disminuido o tenido crecimientos menores, como se aprecia en el cuadro que sigue.

CUADRO N°2.4-3: EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN ÁREA GEOGRÁFICA REGIÓN DE O'HIGGINS

Entidad	1992		2002		1992-2002		2017		2002-2017	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Rancagua	179.638	7.686	206.971	7.373	1,40%	-0,40%	234.183	7.591	0,80%	0,20%
Rengo	28.331	15.286	37.075	13.755	2,70%	-1,00%	45.946	12.879	1,40%	-0,40%
Machalí	21.794	2.358	26.852	1.776	2,10%	-2,80%	51.504	1.001	4,40%	-3,80%
San Vicente	13.843	21.324	21.965	18.288	4,70%	-1,50%	26.209	20.557	1,20%	0,80%
Graneros	17.765	4.688	22.674	3.287	2,50%	-3,50%	29.821	3.616	1,80%	0,60%
Requínoa	8.695	10.737	11.167	10.994	2,50%	0,20%	16.283	11.685	2,50%	0,40%
Mostazal	13.846	4.292	17.903	3.963	2,60%	-0,80%	20.954	4.389	1,10%	0,70%
Las Cabras	6.116	11.622	7.548	12.694	2,10%	0,90%	9.578	15.062	1,60%	1,10%
Doñihue	11.331	3.247	15.590	1.326	3,20%	-8,60%	16.424	4.463	0,30%	8,40%
Pichidegua	4.392	12.202	4.965	12.791	1,20%	0,50%	9.303	10.411	4,30%	-1,40%
Coltauco	1.860	13.345	6.958	9.270	14,10%	-3,60%	11.211	8.386	3,20%	-0,70%
Peumo	6.682	6.161	7.628	6.320	1,30%	0,30%	12.000	2.313	3,10%	-6,50%
Olivar	7.695	3.637	7.898	4.437	0,30%	2,00%	9.288	4.320	1,10%	-0,20%
Malloa	4.404	7.848	4.709	8.163	0,70%	0,40%	5.458	7.949	1,00%	-0,20%
Quinta De Tilcoco	5.116	5.666	5.850	5.530	1,30%	-0,20%	7.278	5.724	1,50%	0,20%
Codegua	3.499	6.101	5.253	5.543	4,10%	-1,00%	7.019	5.969	2,00%	0,50%
Coinco	2.506	3.317	4.102	2.283	5,10%	-3,70%	3.424	3.935	-1,20%	3,70%
Prov. Cachapoal	**337.513**	**139.517**	**415.108**	**127.793**	**2,10%**	**-0,90%**	**515.883**	**130.250**	**1,50%**	**0,10%**

Entidad	1992		2002		1992-2002		2017		2002-2017	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
San Fernando	42.684	13.684	51.136	12.596	1,80%	-0,80%	63.712	10.261	1,50%	-1,40%
Santa Cruz	15.646	13.612	18.603	13.784	1,70%	0,10%	22.824	15.031	1,40%	0,60%
Chimbarongo	11.730	18.935	16.889	15.427	3,70%	-2,00%	20.486	14.913	1,30%	-0,20%
Nancagua	8.284	6.130	9.264	6.370	1,10%	0,40%	11.340	6.493	1,40%	0,10%
Chépica	6.360	7.741	6.949	6.908	0,90%	-1,10%	8.646	6.391	1,50%	-0,50%
Palmilla	1.768	9.096	2.088	9.112	1,70%	0,00%	3.464	9.018	3,40%	-0,10%
Peralillo	5.141	4.003	5.882	3.847	1,40%	-0,40%	6.637	4.370	0,80%	0,90%
Placilla	1.619	6.180	2.114	5.964	2,70%	-0,40%	2.375	6.363	0,80%	0,40%
Lolol	1.675	4.269	2.118	4.073	2,40%	-0,50%	2.429	4.382	0,90%	0,50%
Pumanque	0	3.773	0	3.442	-	-0,90%	0	3.421	-	0,00%
Prov. Colchagua	**94.907**	**87.423**	**115.043**	**81.523**	**1,90%**	**-0,70%**	**141.913**	**80.643**	**1,40%**	**-0,10%**
Pichilemu	6.827	3.683	9.459	2.933	3,30%	-2,30%	12.903	3.491	2,10%	1,20%
Marchihue	1.736	4.473	2.208	4.696	2,40%	0,50%	3.321	3.987	2,80%	-1,10%
Navidad	528	4.895	712	4.710	3,00%	-0,40%	0	6.641	-100,00%	2,30%
Litueche	1.836	3.630	2.479	3.047	3,00%	-1,70%	3.368	2.926	2,10%	-0,30%
Paredones	1.733	4.889	2.195	4.500	2,40%	-0,80%	1.842	4.346	-1,20%	-0,20%
La Estrella	0	2.779	1.380	2.841	-	0,20%	1.133	1.908	-1,30%	-2,60%
Prov. Cardenal Caro	**12.660**	**24.349**	**18.433**	**22.727**	**3,80%**	**-0,70%**	**22.567**	**23.299**	**1,40%**	**0,20%**
Región de O'Higgins	**445.080**	**251.289**	**548.584**	**232.043**	**2,10%**	**-0,80%**	**680.363**	**234.192**	**1,40%**	**0,10%**

Fuente: Censos de Población 1992, 2002 y 2017. INE

Los cambios experimentados por la población en la estructura de edades a través del tiempo se reflejan en la razón de dependencia, que ha aumentado en adulto mayor y disminuido en menores.

El Índice de Dependencia Demográfica (IDD)[1] que permite saber cuántas personas que no están en edad de trabajar dependen potencialmente de los que si están en edad de trabajar. Este indicador se ha incrementado con respecto al censo del año 1992 en la región de O'Higgins, situación similar ocurre con el Índice de Adultos Mayores (IAM)[2] debido a la tendencia nacional que es al aumento sostenido de personas mayores de 65 años. En el cuadro que sigue se muestra la evolución de estos indicadores a nivel comunal.

CUADRO N°2.4-4: ÍNDICE DE DEPENDENCIA, REGIÓN DE O'HIGGINS

Comuna	IDD			IAM		
	1992	2002	2017	1992	2002	2017
Codegua	9	11	15	27	37	74
Coinco	16	17	22	48	59	106
Coltauco	12	15	19	38	48	86
Doñihue	10	12	17	32	41	78
Graneros	8	10	14	28	35	60
Las Cabras	12	14	19	36	48	92
Machalí	8	10	12	27	32	51

[1] Esta relación es una medida indirecta del número de personas dependientes económicamente por cada cien activos. Las personas activas corresponden a aquellos que se encuentran entre 15 y 64 años de edad.
[2] Medida demográfica del envejecimiento y representa el número de adultos mayores (65 años o más por cada 10 niños (0-14 años)

Comuna	IDD			IAM		
	1992	2002	2017	1992	2002	2017
Malloa	12	13	20	34	43	100
Mostazal	9	11	17	27	38	74
Olivar	8	10	16	25	32	76
Peumo	11	13	19	34	42	93
Pichidegua	12	14	20	37	49	103
Quinta de Tilcoco	10	12	19	28	42	94
Rancagua	8	10	17	27	38	77
Rengo	10	12	17	30	37	77
Requínoa	8	10	14	25	32	66
Provincia Cachapoal	**9**	**11**	**17**	**30**	**39**	**77**
San Vicente	13	14	20	41	49	96
Chépica	14	15	22	27	38	76
Chimbarongo	16	18	27	22	29	58
Lolol	24	28	39	34	50	100
Nancagua	18	19	28	23	31	62
Palmilla	17	18	29	22	32	67
Peralillo	20	22	32	26	39	80
Placilla	18	20	30	24	34	70
Pumanque	27	29	43	34	53	133
San Fernando	16	18	27	21	30	55
Santa Cruz	18	21	29	26	36	65
Provincia de Colchagua	**18**	**20**	**29**	**24**	**33**	**63**
La Estrella	18	12	27	61	67	153
Litueche	14	16	23	40	53	116
Marchihue	14	16	25	48	56	129
Navidad	20	25	34	61	96	174
Paredones	16	20	29	45	66	160
Pichilemu	12	14	20	38	48	101
Provincia Cardenal Caro	**15**	**17**	**25**	**46**	**60**	**128**
Región de O'Higgins	**10**	**12**	**18**	**32**	**42**	**82**

Fuente: Elaboración Propia a partir de Censos de Población INE 1992, 2002, 2017

Las proyecciones demográficas realizadas por el INE a nivel regional, a partir del Censo del año 2017 indican que para el año 2035, la región de O'Higgins alcanzaría a un total de 1.095.440 habitantes. En el cuadro que sigue se observa la evolución esperada para la región.

CUADRO N°2.4-5: PROYECCIÓN DE POBLACIÓN REGIÓN DE O'HIGGINS

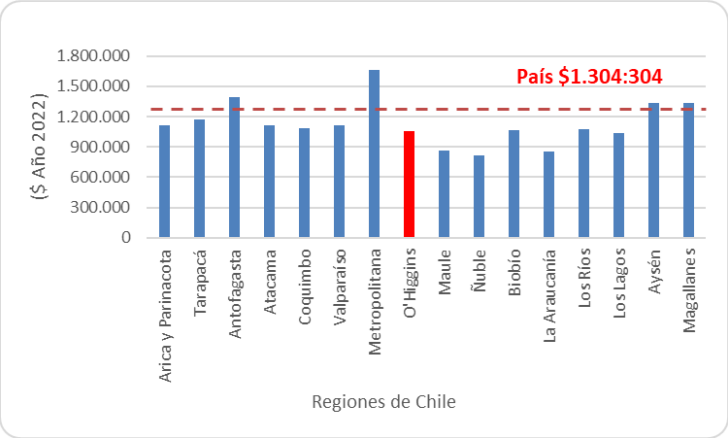
Año	Hombres	Mujeres	Población	Crecimiento
2017(*)	453.710	460.845	914.555	
2025	516.204	517.034	1.033.238	1,54%
2030	532.724	534.888	1.067.612	0,66%
2035	545.888	549.552	1.095.440	0,52%

Nota: (*) Censo de Población 2017
Fuente. INE, Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 2002-2035, regiones

Otra fuente importante para el tema sociodemográfico es la Encuesta CASEN realizada por el Ministerio de Desarrollo Social. En cuanto a los ingresos monetarios totales promedio de los hogares que se registran en la encuesta CASEN se observa que al año 2022 la región de

O'Higgins presenta un valor por debajo de la media nacional, como se observa en el gráfico que sigue.

GRÁFICO 2.4-4: INGRESO MONETARIO PROMEDIO DEL HOGAR POR REGIÓN, ($ AÑO 2022)



Fuente: CASEN 2022

Machalí es la que presenta el mayor ingreso promedio, superior al promedio nacional; luego le siguen mucho más abajo las comunas de Coinco y Rancagua. La comuna con menores ingresos es Navidad donde su ingreso autónomo es 4,5 veces menor que el ingreso autónomo de Machalí.

CUADRO N°2.4-7: INGRESOS DE LOS HOGARES REGIÓN DE O'HIGGINS ($2022)

Comuna	Ingreso	Subsidio	Ingreso Total
Machalí	2.290.131	53.233	2.343.365
Coinco	1.260.185	98.302	1.358.487
Graneros	1.215.930	82.604	1.298.534
Rancagua	1.200.803	61.169	1.261.972
Rengo	1.149.789	88.708	1.238.497
Las Cabras	1.138.616	77.442	1.216.058
Mostazal	1.100.131	86.480	1.186.611
Olivar	1.090.827	85.842	1.176.669
La Estrella	1.074.746	82.078	1.156.823
San Fernando	1.037.461	97.823	1.135.284
Codegua	1.039.012	85.526	1.124.538
Nancagua	982.151	106.815	1.088.966
Marchigüe	984.206	101.590	1.085.795
Requínoa	991.978	89.116	1.081.094
Malloa	921.789	128.381	1.050.171
Santa Cruz	901.979	131.335	1.033.314
Coltauco	925.331	84.667	1.009.998
Peumo	914.516	90.775	1.005.290
Lolol	846.908	106.806	953.715
Palmilla	786.181	141.351	927.532
Placilla	781.841	135.052	916.893
Pichidegua	807.509	106.659	914.168
Doñihue	835.772	76.229	912.001

Comuna	Ingreso	Subsidio	Ingreso Total
Chépica	774.135	115.450	889.585
Pumanque	734.049	153.348	887.397
Quinta de Tilcoco	778.309	100.471	878.780
Pichilemu	764.996	96.740	861.736
Chimbarongo	760.436	95.726	856.162
Litueche	666.703	125.460	792.163
San Vicente	705.000	86.336	791.336
Peralillo	630.814	100.553	731.366
Paredones	513.174	136.465	649.639
Navidad	499.094	135.928	635.023
Región de O'Higgins	**979.061**	**77.809**	**1.056.870**

Fuente: CASEN 2022

La provincia con mayores niveles de pobreza en la región de O'Higgins es Cardenal Caro, superior en casi tres puntos porcentuales al promedio regional. Como se puede ver la comuna de Navidad tiene casi un tercio de su población en condición de pobreza y es la que posee la mayor proporción de pobreza extrema. Mucho más atrás se encuentran las comunas de San Vicente, Pichidegua y Doñihue.

CUADRO N°2.4-8: PORCENTAJE DE POBLACIÓN SEGÚN NIVEL DE POBREZA POR COMUNA, REGIÓN DE O'HIGGINS ($2022)

Comuna	Pobreza		
	Pobres extremos	Pobres	Total
Doñihue	2,30%	9,70%	12,00%
Pichidegua	5,00%	7,00%	12,00%
Olivar	1,90%	9,80%	11,70%
Coinco	5,10%	3,90%	9,00%
Peumo	0,00%	7,80%	7,80%
Las Cabras	0,00%	7,20%	7,20%
Rancagua	2,50%	4,40%	6,90%
Quinta de Tilcoco	1,70%	4,50%	6,30%
Mostazal	3,30%	2,80%	6,20%
Graneros	0,80%	4,60%	5,30%
Rengo	2,20%	2,30%	4,50%
Coltauco	1,70%	2,40%	4,10%
Machalí	0,50%	1,60%	2,10%
Malloa	0,00%	2,10%	2,10%
Requínoa	1,00%	0,70%	1,70%
Codegua	0,00%	0,80%	0,80%
Provincia Cachapoal	**2,00%**	**4,10%**	**6,00%**
San Vicente	7,20%	5,80%	13,00%
Nancagua	1,00%	9,20%	10,30%
Palmilla	0,90%	8,00%	8,80%
Chimbarongo	1,70%	6,90%	8,60%
San Fernando	2,10%	6,40%	8,50%
Santa Cruz	2,30%	5,70%	8,00%
Pumanque	0,00%	8,00%	8,00%
Placilla	0,00%	7,80%	7,80%
Peralillo	3,10%	4,30%	7,40%

Comuna	Pobreza		
	Pobres extremos	Pobres	Total
Chépica	2,10%	4,70%	6,80%
Lolol	0,00%	4,00%	4,00%
Provincia Colchagua	**2,60%**	**6,40%**	**9,00%**
Navidad	19,50%	8,20%	27,70%
Litueche	6,00%	5,70%	11,70%
Pichilemu	2,00%	9,50%	11,50%
Paredones	2,50%	3,40%	5,90%
La Estrella	0,00%	3,00%	3,00%
Marchigüe	0,00%	2,40%	2,40%
Provincia Cardenal Caro	**4,70%**	**6,00%**	**10,70%**
Región O'Higgins	**2,30%**	**4,80%**	**7,00%**

Fuente: CASEN 2022

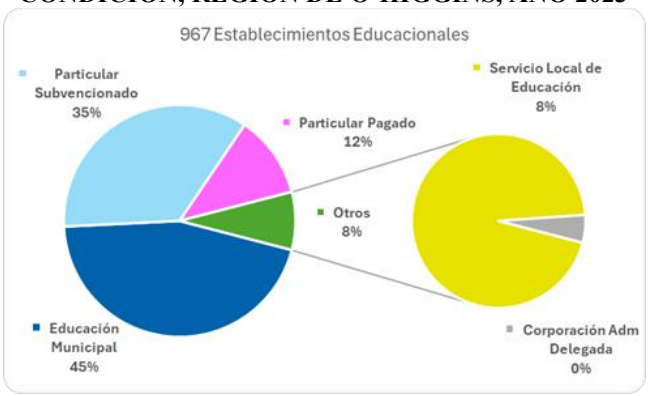
2.4.2 Equipamiento Comunal

El análisis de los niveles de equipamiento de las comunas del área de estudio persigue establecer algunas relaciones de dependencia con otras, que deriven en viajes intercomunales. Se ha considerado que la dotación de servicios a nivel comunal genera viajes desde las comunas más deficitarias hacia aquellas que presentan un mejor nivel de equipamiento en los ámbitos de educación, salud y otros servicios.

2.4.2.1 Equipamiento Educacional

La oferta de establecimientos educacionales en la Región de O'Higgins se concentra mayoritariamente en colegios Municipales y Particulares Subvencionados. En el año 2023 existían 967 establecimientos de educación.

GRÁFICO 2.4-5: DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE EDUCACIÓN SEGÚN CONDICIÓN, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2023



En el cuadro que sigue se presenta la distribución de los establecimientos educacionales por dependencia administrativa para cada una de las comunas de la región que se encuentran funcionando en el año 2023 y posteriormente la cantidad de estudiantes matriculados por comuna para el mismo año.

CUADRO N°2.4-9: ESTABLECIMIENTOS DE EDUCACIÓN REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2023

Comuna	Municipal	Particular Subvencionado	Particular Pagado	Corporación Adm. Delegada	Serv. Local de Educación	Total
Codegua	8	2	0	0	0	10
Coinco	5	1	0	0	0	6
Coltauco	13	7	0	0	0	20
Doñihue	9	7	0	0	0	16
Graneros	11	18	3	0	0	32
Las Cabras	18	6	0	0	0	24
Machalí	12	15	10	0	0	37
Malloa	9	2	0	0	0	11
Mostazal	11	11	2	0	0	24
Olivar	4	5	0	0	0	9
Peumo	8	6	0	0	0	14
Pichidegua	17	4	0	0	0	21
Quinta De Tilcoco	6	3	0	0	0	9
Rancagua	44	133	52	3	0	232
Rengo	30	17	3	0	0	50
Requínoa	18	5	1	0	0	24
San Vicente	27	19	1	0	0	47
Provincia de Cachapoal	**250**	**261**	**72**	**3**	**0**	**586**
Chépica	21	1	0	0	0	22
Chimbarongo	0	13	1	0	29	43
Lolol	18	1	0	0	0	19
Nancagua	0	8	0	0	9	17
Palmilla	11	3	0	0	0	14
Peralillo	10	2	0	0	0	12
Placilla	0	2	1	0	7	10
Pumanque	9	0	0	0	0	9
San Fernando	0	32	27	3	27	89
Santa Cruz	27	9	9	0	0	45
Provincia Colchagua	**96**	**71**	**38**	**3**	**72**	**280**
La Estrella	5	0	0	0	0	5
Litueche	14	1	0	0	0	15
Marchigüe	13	1	0	0	0	14
Navidad	20	0	0	0	0	20
Paredones	17	1	0	0	0	18
Pichilemu	22	6	1	0	0	29
Provincia Cardenal Caro	**91**	**9**	**1**	**0**	**0**	**101**
Región de O'Higgins	**437**	**341**	**111**	**6**	**72**	**967**

Fuente: Reporte Estadístico Comunal Biblioteca Congreso Nacional, Año 2023

En lo referente a la cantidad de estudiantes, en la región de O'Higgins en el año 2023 había un total de 199.636 alumnos. De estas matriculas, el 44% corresponde a establecimientos particulares subvencionados, 41% a municipales, el 7% de la oferta educacional se concentra en colegios particulares pagados y el otro 8% se distribuyen entre servicio local de educación y corporación de administración delegada. En educación superior solo cuatro comunas en la región cuentan con este tipo de servicios.

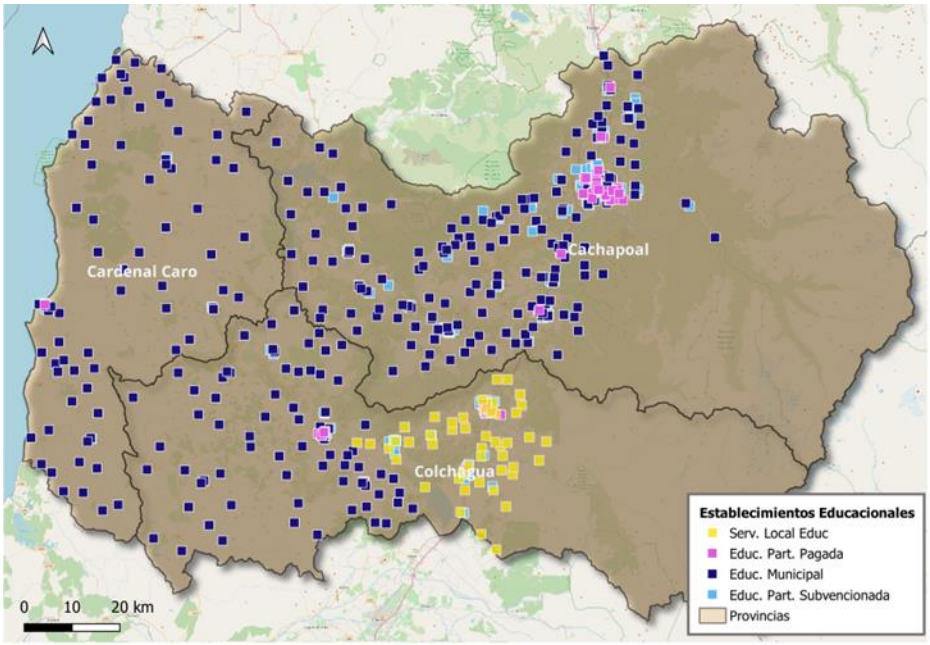
CUADRO N°2.4-10: MATRÍCULAS DE EDUCACIÓN REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2023

Comuna	Municipal	Particular Subvencionado	Particular Pagado	Corporación Adm. Delegada	Serv. Local de Educación	Total	Educación Superior
Codegua	1.531	228	0	0	0	1.759	0
Coinco	937	202	0	0	0	1.139	0
Coltauco	2.367	1.741	0	0	0	4.108	0
Doñihue	2.524	1.880	0	0	0	4.404	0
Graneros	2.415	6.267	0	0	0	8.682	0
Las Cabras	3.580	2.051	0	0	0	5.631	0
Machalí	2.512	5.639	4.838	0	0	12.989	305.473
Malloa	1.486	133	0	0	0	1.619	0
Mostazal	2.774	2.314	0	0	0	5.088	0
Olivar	1.689	1.002	0	0	0	2.691	0
Peumo	1.153	1.375	0	0	0	2.528	0
Pichidegua	2.480	411	0	0	0	2.891	0
Quinta De Tilcoco	1.395	1.137	0	0	0	2.532	0
Rancagua	18.800	28.433	5.968	2.893	0	56.094	19.425
Rengo	9.370	4.303	0	0	0	13.673	0
Requínoa	2.366	1.950	247	0	0	4.563	0
San Vicente	5.176	5.340	0	0	0	10.516	316
Provincia de Cachapoal	**62.555**	**64.406**	**11.053**	**2.893**	**0**	**140.907**	**325.214**
Chépica	2.200	57	0	0	0	2.257	0
Chimbarongo	0	3.577	0	0	3.561	7.138	0
Lolol	1.102	119	0	0	0	1.221	0
Nancagua	0	1.880	0	0	1.486	3.366	0
Palmilla	1.179	105	0	0	0	1.284	0
Peralillo	1.671	171	0	0	0	1.842	0
Placilla	0	103	0	0	1.110	1.213	0
Pumanque	449	0	0	0	0	449	0
San Fernando	0	9.981	1.772	1.881	6.051	19.685	2.520
Santa Cruz	4.687	5.605	642	0	0	10.934	79
Provincia Colchagua	**11.288**	**21.598**	**2.414**	**1.881**	**12.208**	**49.389**	**2.599**
La Estrella	490	0	0	0	0	490	0
Litueche	1.469	84	0	0	0	1.553	0
Marchigüe	1.131	80	0	0	0	1.211	0
Navidad	1.278	0	0	0	0	1.278	0
Paredones	952	82	0	0	0	1.034	0
Pichilemu	2.433	1.341	0	0	0	3.774	68
Provincia Cardenal Caro	**7.753**	**1.587**	**0**	**0**	**0**	**9.340**	**68**
Región de O'Higgins	**81.596**	**87.591**	**13.467**	**4.774**	**12.208**	**199.636**	**327.881**

Fuente: Directorio Oficial de Establecimientos Educacionales Año 2023, Matrículas Educación Superior Año 2023

En la figura que se presenta a continuación se puede ver la ubicación de los establecimientos en la Región de O'Higgins.

FIGURA N°2.4-4: LOCALIZACIÓN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES REGIÓN DE O'HIGGINS



En el cuadro que sigue se presentan los porcentajes de analfabetismo y los años de escolaridad en las comunas del área de estudio. Se puede ver que Machalí es la que cuenta con mayor nivel de escolaridad con 13 años; mientras que los mayores niveles de analfabetismo se dan en la comuna de Palmilla con un 9%, de su población en dicha condición.

CUADRO N°2.4-11: ESCOLARIDAD Y ANALFABETISMO EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

Comuna	Analfabetismo	Escolaridad
Codegua	2%	10,4
Coinco	3%	10,5
Coltauco	4%	9,9
Doñihue	3%	10,7
Graneros	2%	11,3
Las Cabras	5%	10,0
Machalí	1%	13,0
Malloa	5%	9,5
Mostazal	5%	10,1
Olivar	1%	10,8
Peumo	3%	10,9
Pichidegua	5%	9,4
Quinta de Tilcoco	2%	10,5
Rancagua	2%	11,9
Rengo	5%	10,6
Requínoa	6%	10,1
Provincia Cachapoal	**3%**	**11,3**
San Vicente	5%	10,0
Chépica	5%	9,8
Chimbarongo	4%	9,6

Comuna	Analfabetismo	Escolaridad
Lolol	8%	9,3
Nancagua	4%	9,9
Palmilla	9%	9,3
Peralillo	6%	8,7
Placilla	8%	8,8
Pumanque	6%	8,7
San Fernando	2%	11,3
Santa Cruz	5%	10,2
Provincia Colchagua	**5%**	**10,2**
La Estrella	1%	10,8
Litueche	4%	9,9
Marchigüe	4%	10,4
Navidad	5%	9,2
Paredones	8%	8,4
Pichilemu	7%	10,6
Provincia Cardenal Caro	**5%**	**10,1**
Región O'Higgins	**3%**	**10,9**

Fuente: CASEN 2017

2.4.2.2 Equipamiento de Salud

La cobertura regional de FONASA alcanza a 85,6% de la población, mientras que la población cubierta por ISAPRE es de 14,4%.

La atención de salud de la Región de O'Higgins, a través del sector público, está conformada por los establecimientos dependientes del Servicio de Salud de O'Higgins y la atención primaria comunal conformada por establecimientos como centros de salud familiar, consultorios y postas rurales.

La atención de nivel secundario está a cargo un conjunto de 18 hospitales de diferentes grados de complejidad; tres de ellos de alta complejidad como: el Hospital San Juan de Dios de San Fernando, el Hospital Clínico Fusat Rancagua y el Hospital Dr. Franco Ravera Zunino, también ubicado en la capital regional. Estos establecimientos se coordinan con el nivel primario de atención para prestar atención especializada en forma ambulatoria o cerrada (hospitalizaciones) según se requiera. En tanto la atención de urgencia está a cargo de los servicios de atención primaria de urgencia (SAPU), servicio de urgencia rural (SUR) y servicio de urgencia de alta resolutividad (SAR) que en la región alcanzan a 29 unidades.

En total la red de atención de salud de O'Higgins se compone por 266 establecimientos públicos y privados. En el cuadro que sigue se presenta el equipamiento a nivel comunal y el total de cada provincia. Se puede notar que las comunas con mayor dotación de este tipo de servicios son Rancagua, San Fernando, Santa Cruz y Rengo.

CUADRO N°2.4-12: ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2024

Comuna	Consultorio	Centro Salud Familiar	Posta Rural	SAPU/SUR/SAR	Hospital	Otros Privados y Públicos	Total
Codegua	1	1	1	0	0	0	3
Coinco	0	0	1	0	1	0	2
Coltauco	1	1	3	1	0	1	7
Doñihue	1	2	0	1	0	0	4
Graneros	1	0	0	0	1	1	3
Las Cabras	0	1	8	1	0	0	10
Machalí	0	2	1	1	0	1	5
Malloa	0	2	1	1	0	0	4
Mostazal	0	1	1	1	0	0	3
Olivar	0	2	1	2	0	1	6
Peumo	0	1	0	1	1	1	4
Pichidegua	0	0	6	0	1	0	7
Quinta De Tilcoco	1	1	0	0	0	0	2
Rancagua	2	10	0	6	5	41	64
Rengo	0	3	5	2	1	5	16
Requínoa	1	1	3	1	0	0	6
San Vicente	0	1	5	1	1	6	14
Prov. de Cachapoal	**8**	**29**	**36**	**19**	**11**	**57**	**160**
Chépica	0	1	3	1	0	0	5
Chimbarongo	0	0	5	0	1	2	8
Lolol	0	0	3	0	1	0	4
Nancagua	0	1	3	0	1	0	5
Palmilla	0	1	3	0	0	0	4
Peralillo	0	1	3	1	0	0	5
Placilla	1	0	2	1	0	0	4
Pumanque	0	0	3	0	0	0	3
San Fernando	0	4	3	2	1	17	27
Santa Cruz	1	2	4	1	1	8	17
Prov. de Colchagua	**2**	**10**	**32**	**6**	**5**	**27**	**82**
La Estrella	0	1	0	1	0	0	2
Litueche	0	0	2	0	1	0	3
Marchigüe	0	0	2	0	1	0	3
Navidad	0	1	3	1	0	0	5
Paredones	0	1	3	1	0	0	5
Pichilemu	0	0	3	0	1	2	6
Prov. de Cardenal Caro	**0**	**3**	**13**	**3**	**3**	**2**	**24**
Región de O'Higgins	**10**	**42**	**81**	**28**	**19**	**86**	**266**

Fuente: Base de Datos Establecimientos de Salud, Ministerio de Salud 2024

FIGURA N°2.4-5: EQUIPAMIENTO DE SALUD REGIÓN DE O'HIGGINS

2.4.2.3 Otros Servicios

Se incluye en esta categoría los servicios financieros, judiciales y de seguridad social (que involucra oficinas del IPS y FONASA).

La región cuenta con 38 oficinas de seguridad social donde se consideran sucursales de Fonasa e IPS, Además cuenta con 85 sucursales de entidades financieras y 25 tribunales de primera instancia. Existen comunas que no cuentan con buen equipamiento de este tipo de servicios como se muestra en el cuadro que sigue y serán las que generen viajes hacia otras comunas mejor equipadas.

CUADRO N°2.4-13: DOTACIÓN DE SERVICIOS FINANCIEROS, DE SEGURIDAD SOCIAL Y JUZGADOS, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2024

Comuna	N° de Oficinas de Seguridad	N° de Sucursales Financieras	Juzgados
Codegua	0	0	0
Coinco	1	0	0
Coltauco	2	1	0
Doñihue	2	1	0
Graneros	1	1	1
Las Cabras	1	1	0
Machalí	0	3	0
Malloa	0	1	0
Mostazal	2	1	0
Olivar	0	1	0
Peumo	0	1	1
Pichidegua	1	1	0
Quinta De Tilcoco	1	1	0
Rancagua	6	35	6

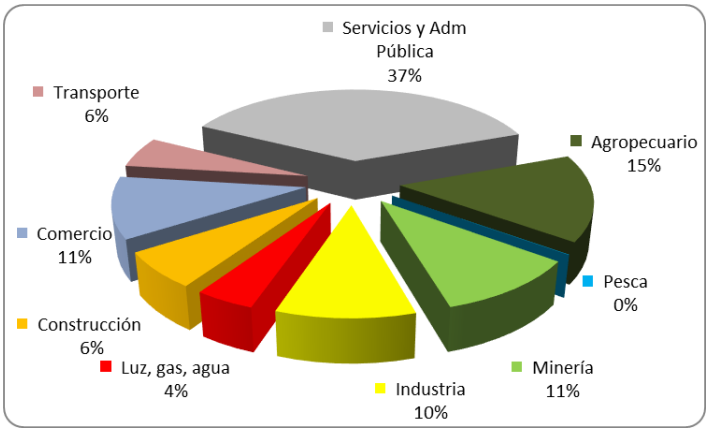
Comuna	N° de Oficinas de Seguridad	N° de Sucursales Financieras	Juzgados
Rengo	2	9	3
Requínoa	0	1	0
San Vicente	2	4	2
Provincia Cachapoal	**21**	**62**	**13**
Chépica	1	1	0
Chimbarongo	1	1	0
Lolol	1	0	0
Nancagua	2	1	0
Palmilla	0	0	0
Peralillo	1	1	1
Placilla	0	1	0
Pumanque	0	0	0
San Fernando	2	10	5
Santa Cruz	2	6	4
Provincia Colchagua	**10**	**21**	**10**
La Estrella	1	0	0
Litueche	1	1	1
Marchigüe	1	0	0
Navidad	1	1	0
Paredones	1	1	0
Pichilemu	2	1	1
Provincia Cardenal Caro	**7**	**4**	**2**
Región de O'Higgins	**38**	**87**	**25**

Fuente: Elaboración Propia con datos de INP, FONASA, SBIF; Poder Judicial

2.4.3 Antecedentes Económicos

El producto interno bruto de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins en el año 2023 representa el 4% del PIB nacional y entre las actividades **productivas** más importantes se encuentran las actividades agropecuarias, minería, comercio y la industria. En el comercio se encuentran las actividades asociadas al turismo (comercio, restaurantes y hoteles).

GRÁFICO 2.4-5: PRODUCTO INTERNO BRUTO REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2023



Fuente: Banco Central 2024

Junto con el PIB, otro indicador que refleja el carácter de la actividad económica de la región se relaciona con el número de empresas por rama de actividad económica. En este sentido, en la región de O'Higgins predominan las empresas del rubro Comercio, Silvoagropecuario y Transporte.

CUADRO N°2.4-14: NÚMERO DE EMPRESAS POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2022

Rama de Actividad	Nº de Empresas	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	14.800	19%
Explotaciones de Minas y Canteras	271	0%
Industria manufacturera	6.767	9%
Suministro de electricidad, gas y agua	654	1%
Construcción	5.640	7%
Comercio al por mayor y menor	24.367	31%
Actividades de Alojamiento y de servicio de comidas	4.353	6%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	8.052	10%
Intermediación financiera	1438	2%
Actividades Profesionales, científicas y técnicas	2380	3%
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	1.831	2%
Adm. Pública y defensa, planes de Seg. social afiliación obligatoria	44	0%
Enseñanza	764	1%
Servicios sociales y de salud	1.775	2%
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	5.357	7%
Región de O'Higgins	**78.493**	**100%**

Fuente: SII en http://reportescomunales.bcn.cl

Al observar cómo se distribuyen los trabajadores según las diferentes ramas de actividades económicas de la región, predomina la cantidad de ocupados en el sector silvoagropecuario, luego le sigue el sector comercio.

CUADRO N°2.4-15: NÚMERO DE TRABAJADORES POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2022

Rama de Actividad	Nº de Trabajadores	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	167.723	37%
Explotaciones de Minas y Canteras	3.930	1%
Industria manufacturera	39.165	9%
Suministro de electricidad, gas y agua	2.571	1%
Construcción	24.036	5%
Comercio al por mayor y menor	51.866	11%
Hoteles y restaurantes	11.443	3%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	27.410	6%
Actividades Profesionales, científicas y técnicas	4.921	1%
Intermediación financiera	1.188	0%
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	2.004	0%
Adm. Pública y defensa, planes de Seg. social afiliación obligatoria	20.687	5%
Enseñanza	24.221	5%
Servicios sociales y de salud	19.460	4%
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	53.535	12%
Total región	**454.160**	100%

Fuente: SII en http://reportescomunales.bcn.cl

En la figura que sigue es posible visualizar las áreas más destacadas de acuerdo al tipo de actividades que se desarrollan en la región.

FIGURA N°2.4-6: DISTRIBUCIÓN PRINCIPALES ACTIVIDADES REGIÓN DE O'HIGGINS

2.4.4 Análisis Sectorial

La región de O'Higgins posee un clima templado de tipo mediterráneo (con lluvias invernales), aunque es posible establecer algunas diferencias de mar a cordillera y de norte a sur, manifestadas en aumento de las precipitaciones debido al ascenso gradual del relieve y avance en latitud. Estas características le permiten contar con suelos aptos para el desarrollo de la agricultura y la industria forestal. A ello se suma la producción minera, sobre todo de cobre.

Cuenta además con una zona costera con balnearios como Pichilemu, Bucalemu y Matanzas con vientos propicios para deportes náuticos que atrae a turistas tanto nacionales como internacionales.

2.4.4.1 Sector Agrícola

La agricultura en la Región de O'Higgins se desarrolla ligada a la producción de frutas, vid vinífera y cereales. O'Higgins aporta un 10% a la superficie cultivable del país. En el cuadro que sigue se muestra el aporte regional según tipo de cultivo, de acuerdo con cifras del último Censo Silvoagropecuario realizado en Chile en el año 2021. Como se puede apreciar el 51% de la superficie regional se destina a frutales, luego le siguen las vides viníferas con un 18% de la superficie cultivable, en tercer lugar están los cereales con un 15%; mucho más atrás aparece la superficie destinada a hortalizas con un 5%.

CUADRO N°2.4-16: COMPARACIÓN SUPERFICIE CULTIVABLE REGIÓN DE O'HIGGINS VERSUS PAÍS, 2021

Cultivo	Superficie Regional	Superficie Nacional	Aporte Regional
Cereales	27.743	431.774	6%
Leguminosas y tubérculos	1.374	50.105	3%
Cultivos industriales	3.401	52.999	6%
Hortalizas	9.260	64.091	14%
Frutales	91.593	374.809	24%
Vides viníferas	33.068	100.811	33%
Forrajeras	8.922	213.717	4%
Praderas Mejoradas	1.249	528.291	0%
Flores	60	956	6%
Semilleros	2.679	19.260	14%
Viveros	494	3.298	15%
Total Superficie	**179.843**	**1.840.111**	**10%**

Fuente: Censo Silvoagropecuario INE, Año 2021

La actividad frutícola es de importancia en la región, destacándose la superficie de cereza, vid de mesa, ciruelo y nogal. En el cuadro que sigue se presenta la distribución de la superficie de frutales a nivel comunal actualizada al año 2024 por medio del catastro frutícola de la región.

CUADRO N°2.4-16: SUPERFICIE PLANTADA CON FRUTALES, REGIÓN DE O´HIGGINS AÑO 2024

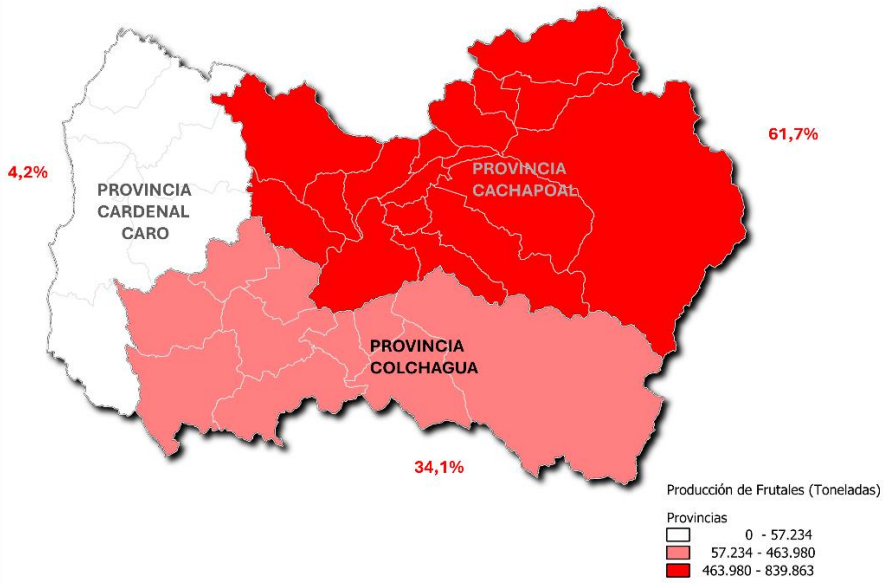
Entidad	Hectáreas Plantadas								
	Cereza	Vid de Mesa	Ciruelo	Nogal	Nectarino	Olivo	Manzano	Otros	Superficie Total
Codegua	1.022	222	545	647	582	0	88	1.129	4.235
Coinco	666	0	2	13	87	0	74	108	950
Coltauco	917	430	106	125	759	1	342	729	3.409
Doñihue	82	2	0	71	172	0	63	54	443
Graneros	1.000	407	356	229	129	0	280	557	2.958
Las Cabras	2.259	557	245	717	534	10	1	2.800	7.124
Machalí	119	119	86	168	12	0	13	143	660
Malloa	659	157	65	12	54	143	78	389	1.555
Mostazal	1.381	188	231	344	284	0	0	660	3.087
Olivar	412	150	103	226	202	0	204	420	1.717
Peumo	430	115	377	20	68	0	15	2.633	3.658
Pichidegua	1.051	131	311	169	326	0	2	2.807	4.797
Quinta de Tilcoco	408	60	72	0	6	0	42	300	887
Rancagua	663	249	489	917	240	0	181	349	3.088
Rengo	2.976	656	799	274	820	23	522	2.003	8.073
Requínoa	1.564	387	613	1.769	576	0	493	1.315	6.718
San Vicente	1.294	1.909	549	114	398	0	111	1.642	6.017
Prov. Cachapoal	**16.900**	**5.739**	**4.949**	**5.815**	**5.248**	**177**	**2.508**	**18.039**	**59.374**
Chépica	739	388	698	142	29	0	62	316	2.374
Chimbarongo	4.983	114	266	436	49	0	1.356	1.252	8.455
Lolol	139	46	1.112	166	8	787	0	619	2.876
Nancagua	426	613	580	62	46	0	0	339	2.066
Palmilla	1.211	275	1.130	50	113	0	0	785	3.564
Peralillo	469	222	1.113	119	8	20	39	354	2.347

Entidad	Hectáreas Plantadas								
	Cereza	Vid de Mesa	Ciruelo	Nogal	Nectarino	Olivo	Manzano	Otros	Superficie Total
Placilla	852	721	269	0	47	0	278	430	2.597
Pumanque	53	132	122	0	33	190	0	200	730
San Fernando	3.226	474	311	84	42	57	632	776	5.602
Santa Cruz	890	183	1.247	139	72	2	20	719	3.272
Prov. Colchagua	**12.989**	**3.169**	**6.849**	**1.197**	**447**	**1.056**	**2.386**	**5.791**	**33.883**
La Estrella	15	0	202	121	0	2.960	0	668	3.966
Litueche	3	0	0	119	0	1	0	1.691	1.814
Marchihue	28	10	453	73	0	166	0	65	795
navidad	0	0	0	5	0	0	0	34	40
Paredones	0	0	0	1	0	8	0	1	10
Pichilemu	0	0	0	0	0	0	0	20	20
Prov. Cardenal Caro	**46**	**10**	**654**	**319**	**0**	**3.136**	**0**	**2.480**	**6.644**
Región de O' Higgins	**29.935**	**8.918**	**12.452**	**7.332**	**5.694**	**4.368**	**4.894**	**26.309**	**99.902**

Fuente: Catastro Frutícola Región de O'Higgins, Año 2024

Como se muestra en la figura que sigue la producción de frutales está distribuida en toda la región; siendo la provincia de Cachapoal la que genera el mayor tonelaje.

FIGURA N°2.4-7: DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE LA PRODUCCIÓN DE FRUTALES, 2024



Las comunas con mayor producción corresponden a Rengo, San Vicente y Requínoa en la provincia de Cachapoal y Chimbarongo y San Fernando en la provincia de Colchagua. En la provincia de Cardenal Caro la producción de frutales es mucho menor, destacándose la comuna de La Estrella.

En cuanto a especies que generan mayor tonelaje se encuentran: la vid de mesa, cítricos (limón, naranja y mandarina), ciruelas y cerezas; no obstante se observa una variada producción de frutales, con importantes volúmenes de producción.

CUADRO N°2.4-18: PRODUCCIÓN ESTIMADA DE FRUTALES, REGIÓN DE O'HIGGINS. AÑO 2024

Entidad	Toneladas										
	Vid de Mesa	Manzana	Cereza	Ciruela	Cítricos	Peras	Durazno Conservero	Kiwi	Nectarino	Otros	Superficie Total
Codegua	4.038	2.854	7.362	9.038	3	3.728	7.889	1.352	10.626	8.306	55.195
Coinco	0	2.380	4.797	29	842	1.219	93	0	1.592	457	11.410
Coltauco	7.813	11.034	6.609	1.629	894	6.713	781	3.900	13.856	3.057	56.287
Doñihue	29	2.038	588	0	0	363	644	19	3.137	572	7.389
Graneros	7.403	9.031	7.203	5.434	0	11.193	3.148	277	2.350	1.668	47.705
Las Cabras	10.127	31	16.278	4.166	13.399	1.276	1.289	9.131	9.748	13.290	78.734
Machalí	2.155	419	859	1.350	663	570	408	200	219	825	7.669
Malloa	2.857	2.502	4.748	1.128	2.017	1.646	436	2.908	983	1.830	21.056
Mostazal	3.417	0	9.948	3.625	0	710	4.210	40	5.175	3.244	30.370
Olivar	2.732	6.589	2.970	1.613	0	2.680	2.309	2.680	3.686	2.358	27.618
Peumo	2.093	487	3.096	5.862	33.653	4.512	236	4.030	1.240	8.292	63.501
Pichidegua	2.384	68	7.571	5.005	49.208	2.694	1.920	1.039	5.947	5.382	81.219
Quinta de Tilcoco	1.095	1.348	2.938	1.302	57	3.385	0	1.088	106	605	11.923
Rancagua	4.529	5.849	4.775	7.398	0	2.502	4.051	867	4.385	4.715	39.071
Rengo	11.934	16.841	21.443	13.764	1.554	7.488	8.071	4.176	14.960	10.426	110.658
Requínoa	7.044	15.918	11.272	10.293	247	4.641	14.708	1.350	10.507	13.031	89.009
San Vicente	34.704	3.601	9.325	8.715	14.440	6.626	8.387	3.259	7.261	4.732	101.050
Prov. Cachapoal	**104.353**	**80.990**	**121.782**	**80.352**	**116.977**	**61.946**	**58.579**	**36.316**	**95.777**	**82.791**	**839.863**
Chépica	7.059	1.992	5.327	10.428	1.510	2.302	3.493	0	523	876	33.510
Chimbarongo	2.069	43.747	35.904	4.155	150	6.086	4.759	12.798	895	3.462	114.025
Lolol	841	0	1.002	16.402	2.270	0	1.978	601	141	7.616	30.851
Nancagua	11.142	0	3.067	8.710	3.101	725	1.152	2.472	834	376	31.580
Palmilla	4.996	0	8.730	17.240	11.978	771	157	1.424	2.070	1.680	49.044
Peralillo	4.045	1.259	3.383	16.619	1.177	2.197	1.216	305	152	1.251	31.604
Placilla	13.112	8.965	6.137	4.116	294	7.797	264	2.074	860	262	43.881
Pumanque	2.398	0	382	1.805	2.127	0	332	0	600	1.733	9.378
San Fernando	8.626	20.397	23.250	4.949	0	9.946	0	8.139	759	883	76.948
Santa Cruz	3.328	641	6.414	18.671	4.186	3.569	1.270	361	1.317	3.403	43.160
Prov. Colchagua	**57.617**	**77.000**	**93.595**	**103.095**	**26.793**	**33.394**	**14.620**	**28.175**	**8.150**	**21.541**	**463.980**
La Estrella	0	0	105	2.972	4.341	0	6	0	0	23.829	31.253
Litueche	0	0	18	0	6.576	0	0	0	0	9.545	16.140
Marchihue	178	0	204	6.675	0	291	0	0	0	1.750	9.097

Entidad	Toneladas										
	Vid de Mesa	Manzana	Cereza	Ciruela	Cítricos	Peras	Durazno Conservero	Kiwi	Nectarino	Otros	Superficie Total
Navidad	0	0	1	0	32	0	0	0	0	264	297
Paredones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	64
Pichilemu	0	0	0	0	372	0	0	0	0	12	384
Prov. Cardenal Caro	**178**	**0**	**328**	**9.647**	**11.321**	**291**	**6**	**0**	**0**	**35.464**	**57.234**
Región de O'Higgins	**162.148**	**157.989**	**215.705**	**193.095**	**155.091**	**95.630**	**73.205**	**64.492**	**103.927**	**139.796**	**1.361.078**

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes Catastro Frutícola Región de O'Higgins, Año 2021

De la producción de frutales el 57,2% se destina a exportación, el 23,9% a la agroindustria y el 18,9% al mercado interno.

La superficie de cereales en la región de O'Higgins aporta con un 6,5% a la superficie nacional y se concentra en la provincia de Colchagua. Chépica es la comuna con mayor superficie plantada de cereales de toda la región.

CUADRO N°2.4-19: ESTIMACIÓN SUPERFICIE DE CEREALES REGIÓN DE O'HIGGINS AÑO 2023/2024

Entidad	Superficie Plantada			
	Maíz	**trigo**	**Avena**	**Total**
Codegua	37	0	3	40
Coinco	596	18	0	614
Coltauco	467	116	0	583
Doñihue	101	14	0	114
Graneros	259	66	2	326
Las Cabras	668	227	19	914
Machalí	26	0	0	26
Malloa	886	129	0	1.015
Mostazal	82	152	0	234
Olivar	33	0	0	33
Peumo	92	21	0	112
Pichidegua	945	830	18	1.793
Quinta De Tilcoco	608	10	0	617
Rancagua	297	40	1	338
Rengo	700	1	2	704
Requínoa	77	7	0	84
San Vicente	1.554	377	0	1.932
Prov. Cachapoal	**7.427**	**2.008**	**45**	**9.480**
Chépica	1.777	1.887	31	3.695
Chimbarongo	1.287	733	0	2.020
Lolol	144	777	78	999
Nancagua	370	168	3	541
Palmilla	895	664	4	1.562
Peralillo	455	1.133	16	1.605
Placilla	333	50	0	383
Pumanque	15	383	4	402
San Fernando	325	284	6	614
Santa Cruz	793	1.514	14	2.322
Prov. Colchagua	**6.393**	**7.593**	**157**	**14.144**
La Estrella	1	207	12	220
Litueche	11	196	9	217
Marchigüe	19	238	9	266
Navidad	0	37	21	57
Paredones	8	304	56	368
Pichilemu	4	412	28	444
Prov. Cardenal Caro	**43**	**1.393**	**135**	**1.572**
Región de O'Higgins	**13.864**	**10.994**	**337**	**25.195**

Fuente: Estimación comunal a partir de datos Censo Agropecuario 2021 y Cultivos Anuales Regionales 2023, ODEPA

En la cosecha de cereales del año agrícola 2023/2024 la región de O'Higgins superó las 200 mil toneladas y aporta con 8% a la producción nacional, siendo el maíz el más importante en términos de toneladas producidas.

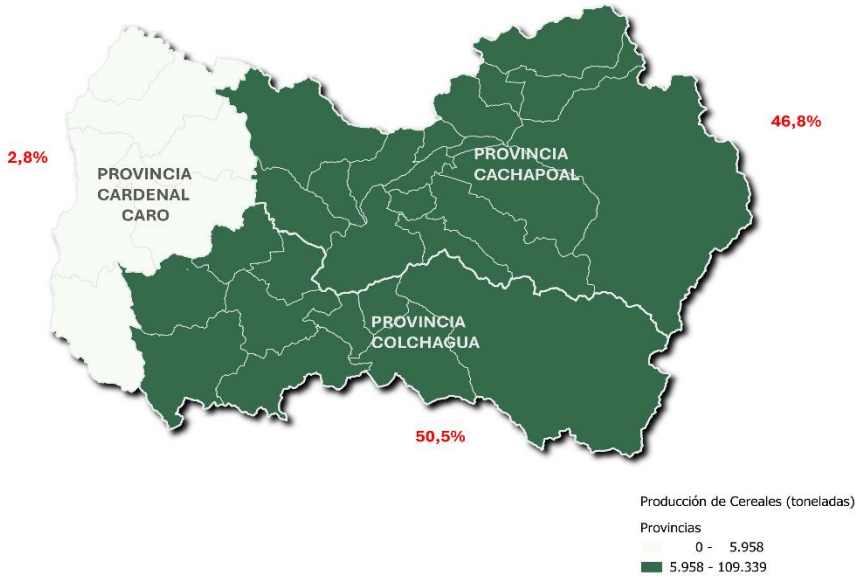
CUADRO N°2.4-20: PRODUCCIÓN ESTIMADA DE CEREALES, REGIÓN DE O'HIGGINS AÑO 2023

Entidad	Toneladas			
	Maíz	trigo	Avena	Total
Codegua	469	0	4	473
Coinco	7.514	67	0	7.581
Coltauco	5.887	437	0	6.324
Doñihue	1.270	51	0	1.322
Graneros	3.260	246	3	3.509
Las Cabras	8.418	854	24	9.295
Machalí	326	0	0	326
Malloa	11.163	487	0	11.650
Mostazal	1.033	571	0	1.604
Olivar	417	0	0	417
Peumo	1.154	77	0	1.231
Pichidegua	11.913	3.122	22	15.058
Quinta De Tilcoco	7.660	36	0	7.696
Rancagua	3.744	150	1	3.896
Rengo	8.824	5	3	8.832
Requínoa	973	26	0	998
San Vicente	19.593	1.418	1	21.012
Prov. Cachapoal	**93.618**	**7.549**	**57**	**101.224**
Chépica	22.404	7.096	39	29.540
Chimbarongo	16.226	2.755	0	18.981
Lolol	1.812	2.921	99	4.833
Nancagua	4.665	631	4	5.300
Palmilla	11.276	2.496	5	13.777
Peralillo	5.731	4.262	21	10.014
Placilla	4.194	189	0	4.383
Pumanque	190	1.440	5	1.635
San Fernando	4.090	1.067	8	5.165
Santa Cruz	10.000	5.694	18	15.711
Prov. Colchagua	**80.588**	**28.551**	**200**	**109.339**
La Estrella	10	777	15	802
Litueche	144	738	12	894
Marchigüe	242	895	11	1.149
Navidad	0	138	26	164
Paredones	104	1.142	71	1.317
Pichilemu	48	1.548	36	1.631
Prov. Cardenal Caro	**548**	**5.238**	**172**	**5.958**
Región de O'Higgins	**174.753**	**41.339**	**428**	**216.521**

Fuente: Estimación comunal a partir de datos Censo Agropecuario 2021 y Cultivos Anuales Regionales 2023, ODEPA

En la figura que sigue se puede ver cómo se distribuye la producción de cereales a nivel provincial.

FIGURA N°2.4-8: DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES, AÑO 2023



La superficie de hortalizas en la región de O'Higgins representa el 15% del total nacional al año 2023 y supera las 12 mil hectáreas, destacándose las especies de cebollas, zapallos y tomates, con la mayor cantidad de hectáreas plantadas.

CUADRO N°2.4-21: SUPERFICIE PLANTADA CON HORTALIZAS, REGIÓN DE O'HIGGINS AÑO 2023

Entidad	Hectáreas Plantadas												
	Cebolla	Zapallo	Tomate	Choclo	Ajo	Sandía	Melón	Repollo	Brócoli	Haba	Lechuga	Otros	Superficie Total
Codegua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coinco	1	0	15	217	0	27	10	0	2	1	31	53	357
Coltauco	5	12	30	10	0	74	3	0	1	0	14	3	151
Doñihue	0	0	0	18	0	0	0	1	1	0	5	5	30
Graneros	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	10	20
Las Cabras	49	195	38	34	0	74	96	31	13	6	21	48	604
Machalí	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	24	32
Malloa	302	94	95	32	104	19	22	19	82	18	16	105	907
Mostazal	2	16	2	4	2	1	0	0	0	0	4	11	42
Olivar	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	6	24
Peumo	16	0	4	0	0	7	5	4	0	0	1	5	43
Pichidegua	131	104	134	23	12	148	220	95	17	30	25	163	1.103
Quinta De Tilcoco	462	329	71	68	697	145	152	24	0	1	1	122	2.072
Rancagua	290	3	77	18	11	1	1	1	0	54	1	85	541
Rengo	68	109	56	57	139	18	16	13	22	9	6	168	680
Requínoa	9	4	34	3	18	0	0	0	0	0	0	16	85
San Vicente	112	159	306	52	16	138	69	19	19	4	18	138	1.050
Prov. Cachapoal	**1.449**	**1.025**	**888**	**537**	**1.000**	**651**	**595**	**208**	**162**	**123**	**142**	**963**	**7.741**
Chépica	361	151	171	129	0	20	10	22	13	24	20	59	981
Chimbarongo	76	74	44	142	3	6	5	18	5	1	2	100	477

Entidad	Hectáreas Plantadas												
	Cebolla	Zapallo	Tomate	Choclo	Ajo	Sandía	Melón	Repollo	Brócoli	Haba	Lechuga	Otros	Superficie Total
Lolol	150	2	188	8	0	6	3	2	1	0	1	17	379
Nancagua	50	89	51	3	0	25	2	1	2	0	7	12	242
Palmilla	30	38	28	9	0	28	132	3	6	50	5	44	374
Peralillo	54	303	35	1	0	13	7	0	0	0	1	9	423
Placilla	3	51	66	2	0	18	5	7	6	0	2	7	165
Pumanque	37	2	60	0	0	5	5	0	0	0	0	3	111
San Fernando	13	6	4	12	0	2	2	2	2	3	0	5	51
Santa Cruz	157	257	219	86	0	4	2	3	13	0	5	59	804
Prov. Colchagua	**930**	**973**	**868**	**392**	**3**	**127**	**172**	**58**	**48**	**78**	**44**	**314**	**4.007**
La Estrella	1	1	1	4	0	1	1	0	0	0	0	3	11
Litueche	3	0	6	2	0	1	0	0	0	0	0	7	21
Marchigüe	0	4	1	152	0	0	0	0	0	0	1	4	162
Navidad	2	0	3	6	0	0	0	1	0	3	1	30	44
Paredones	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	6	1	11
Pichilemu	1	1	5	1	0	0	0	1	0	0	4	20	33
Prov. Cardenal Caro	**7**	**7**	**17**	**165**	**0**	**3**	**1**	**2**	**0**	**3**	**12**	**65**	**283**
Región de O'Higgins	**2.386**	**2.004**	**1.773**	**1.094**	**1.003**	**781**	**768**	**268**	**210**	**203**	**198**	**1.343**	**12.032**

Fuente: Elaboración propia a partir de Censo Agropecuario 2021 INE y encuesta de superficie hortícola 2023. ODEPA

A partir de la superficie plantada y con información de rendimientos regionales por especie se estima la producción de hortalizas que se concentra en la provincia de Cachapoal con más del 60% de la producción, siendo la comuna de Quinta de Tilcoco la que genera el mayor tonelaje. Las especies más destacadas por su volumen de producción corresponden a cebolla, tomate y zapallo.

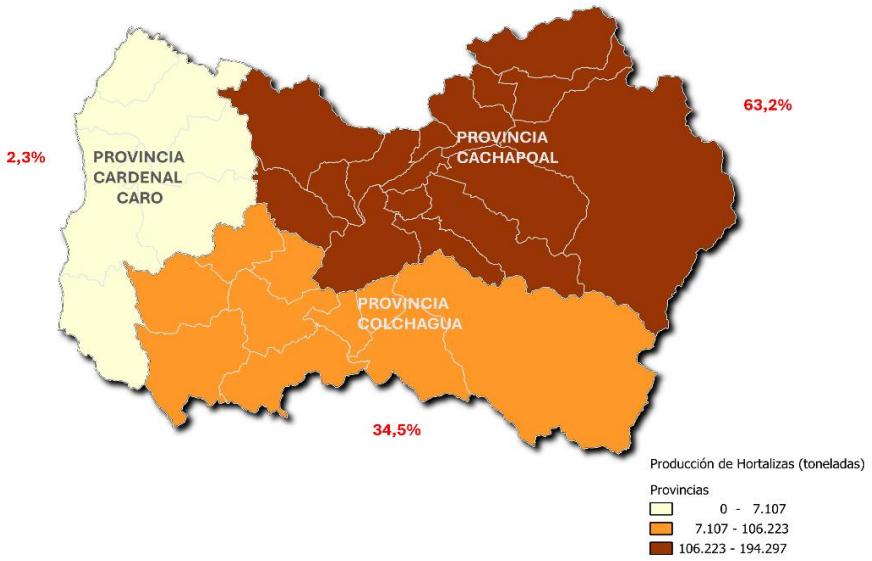
CUADRO N°2.4-22: PRODUCCIÓN ESTIMADA DE HORTALIZAS, REGIÓN DE O'HIGGINS AÑO 2023

Entidad	Toneladas										
	Cebolla	Tomate	Zapallo	Choclo	Ajo	Sandía	Melón	Repollo	Brócoli	Otros	Total
Codegua	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Coinco	32	382	0	5.439	0	688	243	0	39	2.140	8.963
Coltauco	130	757	308	260	0	1.846	65	0	16	415	3.797
Doñihue	0	6	0	449	0	0	0	32	16	251	756
Graneros	0	212	0	32	0	0	0	0	0	260	504
Las Cabras	1.233	942	4.882	855	3	1.859	2.420	787	320	1.866	15.166
Machalí	32	10	0	0	0	0	0	0	178	594	815
Malloa	7.567	2.376	2.372	799	2.622	470	560	472	2.046	3.480	22.765
Mostazal	61	43	406	95	49	18	2	0	0	385	1.059
Olivar	0	443	0	0	0	0	0	0	0	157	600
Peumo	389	102	0	0	0	179	130	110	6	151	1.068
Pichidegua	3.277	3.365	2.612	584	292	3.710	5.525	2.394	430	5.485	27.675
Quinta De Tilcoco	11.603	1.772	8.255	1.703	17.498	3.629	3.825	592	0	3.117	51.994
Rancagua	7.281	1.923	65	454	273	13	23	16	0	3.530	13.577
Rengo	1.711	1.407	2.741	1.424	3.485	460	389	333	548	4.570	17.068
Requínoa	235	860	97	65	461	0	0	0	0	410	2.128
San Vicente	2.812	7.686	3.983	1.312	410	3.466	1.743	486	469	3.993	26.360
Prov. Cachapoal	**36.364**	**22.287**	**25.721**	**13.471**	**25.094**	**16.339**	**14.924**	**5.223**	**4.070**	**30.804**	**194.297**
Chépica	9.055	4.289	3.802	3.240	1	512	240	542	236	2.622	24.539

Entidad	Toneladas										
	Cebolla	Tomate	Zapallo	Choclo	Ajo	Sandía	Melón	Repollo	Brócoli	Otros	Total
Chimbarongo	1.916	1.112	1.856	3.573	75	156	121	464	132	2.564	11.969
Lolol	3.759	4.722	49	198	0	155	67	49	32	473	9.503
Nancagua	1.252	1.273	2.229	88	0	633	54	29	41	472	6.071
Palmilla	756	714	951	224	0	698	3.319	65	156	2.498	9.380
Peralillo	1.351	885	7.594	16	3	316	178	5	0	262	10.612
Placilla	69	1.668	1.275	45	0	440	115	170	143	225	4.150
Pumanque	921	1.512	42	0	0	125	122	0	0	76	2.797
San Fernando	334	106	162	297	0	49	50	56	41	186	1.280
Santa Cruz	3.929	12.891	4.806	2.158	0	105	41	76	320	1.594	25.919
Prov. Colchagua	**23.343**	**29.171**	**22.766**	**9.838**	**79**	**3.188**	**4.307**	**1.456**	**1.101**	**10.973**	**106.223**
La Estrella	14	34	31	97	0	21	13	0	0	74	284
Litueche	72	157	8	57	0	29	12	0	0	187	521
Marchigüe	9	24	96	3.814	0	3	2	0	0	121	4.070
Navidad	41	66	2	142	2	2	2	26	0	824	1.107
Paredones	28	27	19	0	0	15	6	0	0	192	287
Pichilemu	24	121	16	33	5	0	0	16	3	621	839
Prov. Cardenal Caro	**188**	**428**	**172**	**4.144**	**6**	**70**	**36**	**42**	**3**	**2.019**	**7.107**
Región de O'Higgins	**59.896**	**51.887**	**48.658**	**27.453**	**25.179**	**19.597**	**19.267**	**6.720**	**5.175**	**43.797**	**307.628**

Fuente: Estimación propia a partir de Censo Agropecuario 2021 INE y Rendimientos regionales ODEPA

FIGURA N°2.4-9: DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, AÑO 2023



En el cuadro que se presenta a continuación se puede ver que en la última temporada la producción nacional de papas superó el millón de toneladas, de ellas el 2% fue producido en la región de O'Higgins.

CUADRO N°2.4-23: SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE PAPAS, REGIÓN DE O'HIGGINS, TEMPORADA 2023/2024

Cultivo	Superficie Región O'Higgins	Producción (toneladas)		
		Región de O'Higgins	País	Aporte Regional
Papas	1.542	23.987	1.246.278	2%

Fuente: Estimaciones ODEPA, Año 2024

2.4.4.2 Agroindustria

Entre las agroindustrias más desarrolladas de la región está la asociada a la industria de cerdos y avícola. La mayor cantidad de planteles de crianza de cerdos se ubican en la región de O'Higgins, donde se concentra más del 80% de las existencias del país. En el año 2022 el beneficio de porcinos en la región superó las 514 mil toneladas de carne en vara y representó cerca del 90% del total nacional.

CUADRO N°2.4-24: BENEFICIO DE PORCINOS, AÑO 2022

Región	Toneladas	% Distribución
Valparaíso	146	0%
Metropolitana	14.379	2%
O'Higgins	514.698	89%
Maule	41.468	7%
Ñuble	2.062	0%
Otras	3.649	1%
Total Nacional	**576.402**	**100%**

Fuente: Estadísticas Productivas ODEPA 2024

La industria avícola aporta el 65% de la venta de aves para el consumo del país y el 10% de la producción de huevos.

En la agroindustria alimentaria también destaca en el procesamiento de productos frutícolas como los que se presentan en el cuadro que sigue.

CUADRO N°2.4-25: PRODUCCIÓN SEGÚN PROCESO DE LA AGROINDUSTRIA

Proceso	Toneladas
Pulpas	123.900
Deshidratados	77.506
Elaboración Aceite Oliva	50.741
Jugos	43.823
Procesadora Fruta Seca	43.009
Calibradora frutas	14.149
Pasas	3.675
Otras	3.060
Total	**359.861**

Fuente: Catastro Frutícola Región de O'Higgins 2024

Además de productos frutícolas, se destaca la agroindustria del vino. En la Región de O'Higgins se concentra el 32% de la superficie vitícola del país. En el año 2022 la superficie

plantada supera las 41 mil hectáreas, en 1.943 propiedades. Cuenta con gran cantidad de empresas consolidadas a nivel regional e internacional y son importantes exportadoras de vinos y mostos.

GRÁFICO 2.4-6: SUPERFICIE NACIONAL PLANTADA CON VIDES VINÍFERAS Y PISQUERAS, AÑO 2022

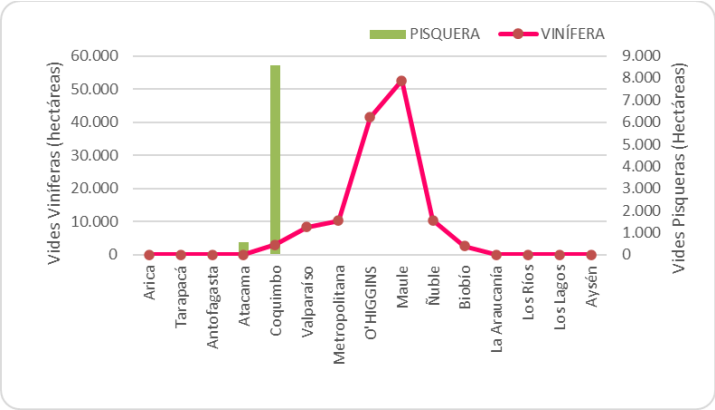
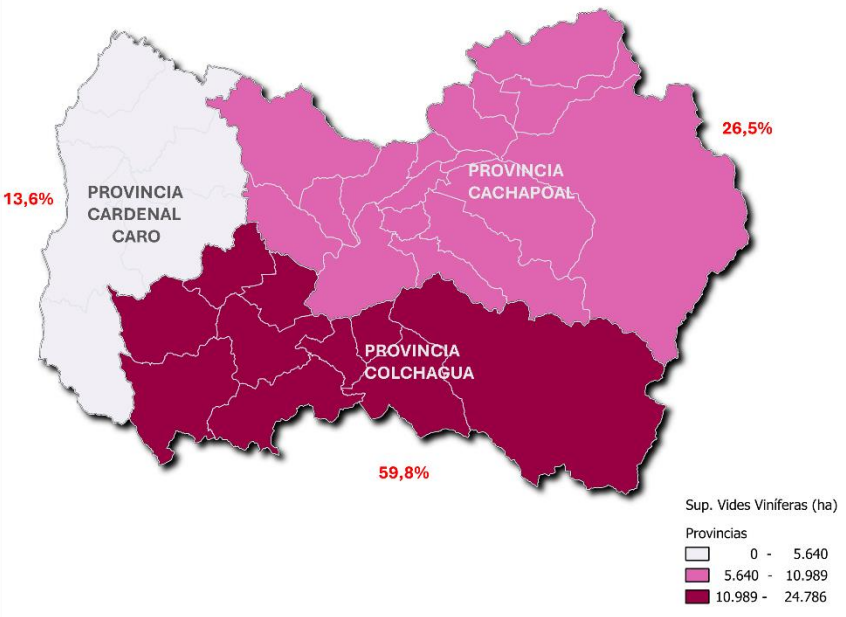


FIGURA N°2.4-10: DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE LA SUPERFICIE VITÍCOLA, AÑO 2022



A nivel provincial la superficie de vides viníferas se concentra en Colchagua aportando cerca del 60% a la región en este tipo de cultivos.

Al observar a nivel comunal como se distribuyen las hectáreas plantadas con vides viníferas se puede ver que la comuna de Marchihue en la provincia de Cardenal Caro y Peralillo en la provincia de Colchagua son las que aportan la mayor superficie destinada a vides viníferas.

CUADRO N°2.4-26: SUPERFICIE PLANTADA VIDES VINÍFERAS, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2022

Entidad	Vinífera Blanca	Vinífera Tinta	Total Vides Viníferas
Codegua	92	359	451
Coinco			0
Coltauco	33	100	133
Doñihue	1	41	41
Graneros	67	214	281
Las Cabras	218	1.289	1.507
Machalí	11	79	90
Malloa	13	165	179
Mostazal	81	290	370
Olivar	38	61	98
Peumo	273	956	1.229
Pichidegua	71	1.004	1.075
Quinta de Tilcoco	77	154	232
Rancagua	221	479	700
Rengo	127	774	901
Requínoa	206	1.572	1.778
San Vicente	119	1.805	1.924
Prov. Cachapoal	**1.647**	**9.342**	**10.989**
Chépica	77	1.396	1.473
Chimbarongo	374	1.280	1.654
Lolol	372	1.931	2.303
Nancagua	349	2.079	2.429
Palmilla	250	3.282	3.532
Peralillo	356	4.238	4.594
Placilla	108	1.053	1.161
Pumanque	707	1.009	1.716
San Fernando	299	1.903	2.202
Santa Cruz	327	3.394	3.722
Prov. Colchagua	**3.221**	**21.565**	**24.786**
La Estrella	0	78	78
Litueche	620	168	788
Marchigüe	306	4.294	4.599
Navidad	0	0	0
Paredones	109	64	173
Pichilemu	2	0	2
Prov. Cardenal Caro	**1.037**	**4.604**	**5.640**
Región de O' Higgins	**5.904**	**35.511**	**41.415**

Fuente: Catastro Vitícola Nacional, SAG 2022

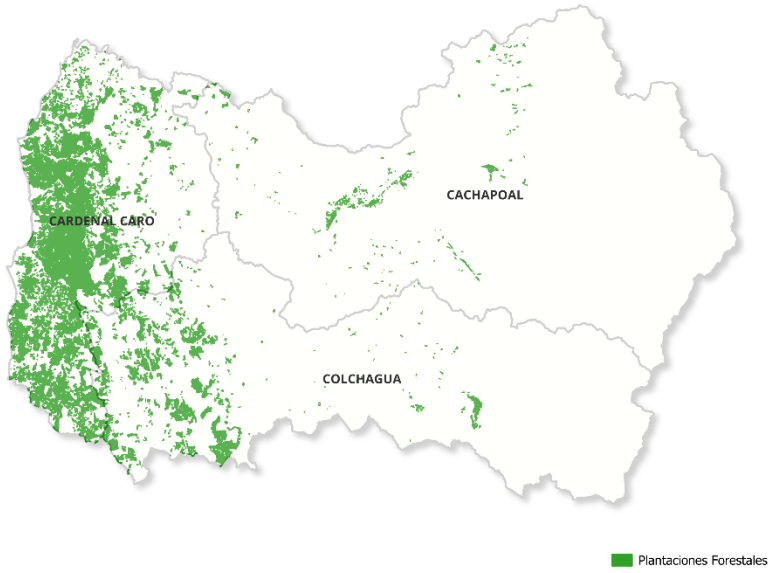
La producción de vino en la región en el año 2023 superó las 333 mil toneladas y aportó cerca del 40% al total nacional, siendo la segunda productora del país después de la región del Maule.

La actividad industrial se apoya exclusivamente de las actividades agropecuarias, tales como la elaboración de vino, producción de alimentos y plantas industriales que procesan frutas.

2.4.4.3 Sector Forestal

En la región se localiza el 5% de la superficie plantada del país que a diciembre del año 2022 alcanza a 102 mil hectáreas y cuenta con más de 459 mil hectáreas de bosque nativo. La principal especie plantada en la región corresponde a pino radiata y en segundo lugar eucaliptos. Las plantaciones forestales se concentran hacia la zona costera de la región como se puede apreciar en la figura que sigue; siendo la provincia Cardenal Caro la que cuenta con cerca del 80% de la superficie forestal y en ella se destacan las comunas de Pichilemu y Paredones.

FIGURA N°2.4-11: DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE LA SUPERFICIE FORESTAL, AÑO 2022



CUADRO N°2.4-27: SUPERFICIE PLANTACIONES FORESTALES, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2022

Entidad	Superficie Plantada (Hectáreas)		
	Eucalipto	Pino Radiata	Total
Codegua	154		154
Coinco	11		11
Coltauco	29		29
Doñihue	19		19
Graneros	58	39	97
Las Cabras	297	46	343
Machalí	41		41
Malloa	40		40
Mostazal	259		259
Olivar			0
Peumo	18		18
Pichidegua	29		29
Quinta De Tilcoco	12		12
Rancagua			0
Rengo	166		166
Requínoa	323		323

Entidad	Superficie Plantada (Hectáreas)		
	Eucalipto	Pino Radiata	Total
San Vicente	80		80
Prov. Cachapoal	**1.536**	**85**	**1.621**
Chépica	553	2.076	2.629
Chimbarongo	168	14	182
Lolol	2.842	4.710	7.552
Nancagua	5		5
Palmilla	28		28
Peralillo	557	305	862
Placilla	29		29
Pumanque	3.055	3.157	6.212
San Fernando	159	654	813
Santa Cruz	311	1.063	1.374
Prov. Colchagua	**7.705**	**11.979**	**19.685**
La Estrella	999	752	1.751
Litueche	5.425	4.418	9.842
Marchigüe	5.286	7.740	13.026
Navidad	3.030	485	3.515
Paredones	7.630	14.749	22.379
Pichilemu	10.683	20.329	31.011
Prov. Cardenal Caro	**33.053**	**48.473**	**81.525**
Región de O'Higgins	**42.294**	**60.537**	**102.831**

Fuente: Anuario Forestal 2024 INFOR

La industria forestal se encuentra más dispersa en el cuadro que sigue se presenta la cantidad de centros de procesamiento con los que cuenta la región y el tipo de proceso realizado.

CUADRO N°2.4-28: PLANTAS INDUSTRIA FORESTAL REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2023

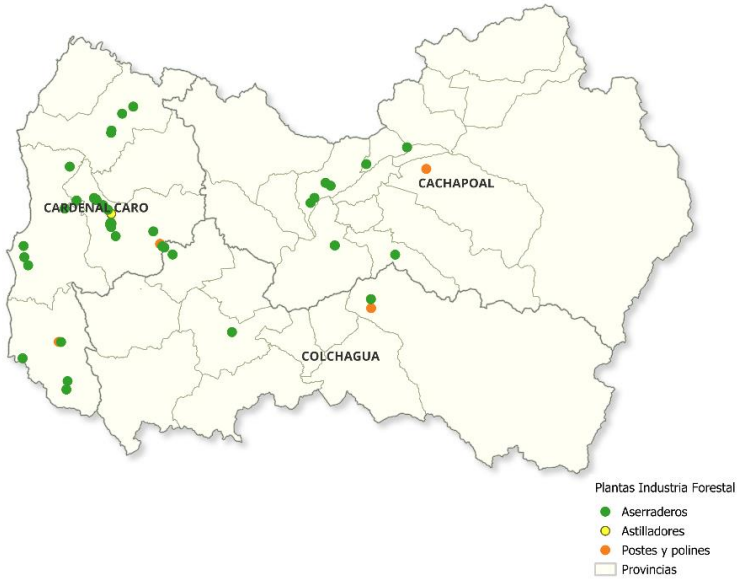
Entidad	Plantas Industria Forestal		
	Aserraderos	Astillado	Postes y Polines
Coltauco	4		
Doñihue	2	1	
Malloa	1		
Requínoa			1
San Vicente	1	1	
Prov. Cachapoal	**8**	**2**	**1**
Peralillo	2	1	
San Fernando	1		2
Santa Cruz	1		1
Prov. Colchagua	**4**	**1**	**3**
Litueche	4		2
Marchihue	17	4	5
Navidad			1
Paredones	4		3
Pichilemu	5	2	
Prov. Cardenal Caro	**30**	**6**	**11**
Región de O'Higgins	**42**	**9**	**15**

Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales, Ministerio de Agricultura

En la figura que sigue se presenta la ubicación de los centros de procesamiento de madera en la región. La producción de la industria en el año 2023 bordeó los 300 mil m^3 siendo los

mayores volúmenes en madera aserrada y astillado. Destaca la participación a nivel nacional de la producción de postes y polines que representa el 11%.

FIGURA N°2.4-12: INDUSTRIA FORESTAL REGIÓN DE O'HIGGINS



CUADRO N°2.4-29: PRODUCCIÓN FORESTAL REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2023

Tipo de Producto	Región de O'Higgins	País	% Participación
Madera Aserrada	142.287	6.886.851	2,1%
Astillas	127.403	8.155.287	1,6%
Postes y Polines	26.357	240.143	11,0%
Total Producción	**296.047**	**15.282.281**	**1,9%**

Fuente: Anuario Forestal 2024, INFOR

2.4.4.4 Sector Minero

La minería en la Región de O'Higgins se basa principalmente en la producción de cobre, en segundo lugar, se encuentra la producción de molibdeno, derivado de la industria cuprífera. El cobre producido es transportado en camión hasta la estación Los Lirios en Rancagua, para continuar por modo ferroviario, hasta el puerto de San Antonio por donde se embarca hasta su destino final.

CUADRO N°2.4-30: PRODUCCIÓN MINERA REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2023

Provincia	Comuna	Recurso	Producción
Cachapoal	Machalí	Cobre	352.067
		Molibdeno	5.193
Otros Pequeños Productores		Oro	1
		Plata	86
Producción Regional			**357.347**

Fuente: Elaboración propia a partir de Anuario Comisión Chilena del Cobre Año 2023

En el caso del cobre, existe un yacimiento importante; en términos de volumen es El Teniente cuya producción se transporta desde la fundición Caletones por camión hasta su conexión ferroviaria para su posterior exportación o en cabotaje hasta las refinerías de la zona norte del país.

Existe también una pequeña producción de molibdeno en el mismo complejo minero y pequeños productores de cobre, oro y plata a partir de los relaves de El Teniente, entre los que se destacan Minera Valle Central.

En la figura que sigue se muestra la localización de los centros mineros en la región.

FIGURA N°2.4-13: PRINCIPALES YACIMIENTOS MINEROS REGIÓN DE O'HIGGINS

2.4.4.5 Sector Turismo

La Región de O'Higgins, rica en tradiciones y naturaleza, es hogar del icónico "Huaso Chileno" y ofrece un ambiente ideal para disfrutar las costumbres campesinas. Con un clima mediterráneo, destaca por sus reconocidos vinos, celebrados en las Fiestas de la Vendimia, ideales para acompañar con asados o picnics al aire libre.

Entre sus atractivos, Sewell, Patrimonio de la Humanidad en Los Andes, fascina con su arquitectura e historia minera. En la costa, Punta de Lobos y Pichilemu son destinos clave para el surf, mientras Matanzas destaca como balneario para actividades al aire libre y deportes acuáticos.

2.4.4.5.1 Alojamiento Turístico

En promedio el 44% de los turistas que acceden a la Región de O'Higgins pernoctan en el destino turístico Pichilemu Paredones, el 29% en Rancagua y alrededores, 21% en el valle de Colchagua y el 6% restante en San Vicente, Rapel y Navidad. Los turistas que visitan la región son en su mayoría nacionales (aprox. 94% de las llegadas). En el cuadro que sigue es posible observan que la estadía media en la región es de 2 días y que en el año 2023 aún no se alcanzan las cifras de turistas que llegaban antes de la pandemia.

CUADRO N°2.4-31: EVOLUCIÓN DE LAS LLEGADAS DE TURISTAS A ESTABLECIMIENTOS DE ALOJAMIENTO TURÍSTICO, REGIÓN DE O'HIGGINS

Año	Llegadas	Pernoctaciones	Estadía Media
2017	327.271	693.168	2,1
2018	335.505	764.961	2,3
2019	332.257	715.260	2,2
2020	155.926	329.816	2,1
2021	211.187	466.688	2,2
2022	292.936	619.469	2,1
2023	286.282	626.202	2,2

Fuente: Serie Histórica de Estadísticas de Turismo INE

2.4.4.5.2 Atractivos Turísticos

La región de O'Higgins cuenta con un total de 419 atractivos turísticos, el 49% de ellos se concentra en la provincia de Cachapoal. En cuanto a jerarquía, los atractivos internacionales se localizan principalmente en las comunas de Santa Cruz y Pichilemu. Predominan atractivos de jerarquía local, seguidos por aquellos de jerarquía regional y en un porcentaje menor están los de jerarquía internacional, como se muestra en el cuadro que sigue.

CUADRO N°2.4-32: ATRACTIVOS TURÍSTICOS, REGIÓN DE O'HIGGINS

Entidad	Jerarquía				Total Atractivos
	Local	Regional	Nacional	Internacional	
Codegua	4	2	2	1	9
Coinco	6	1	0	0	7
Coltauco	2	2	0	0	4
Doñihue	5	1	2	0	8
Graneros	2	3	0	0	5
Las Cabras	0	5	4	0	9
Machalí	10	12	14	1	37
Malloa	3	2	4	1	10
Mostazal	8	4	2	1	15
Olivar	2	0	0	0	2
Peumo	8	0	0	0	8
Pichidegua	3	6	0	0	9
Quinta de Tilcoco	6	2	0	0	8
Rancagua	13	17	11	1	42
Rengo	7	1	1	1	10
Requínoa	2	2	3	1	8
San Vicente	7	7	1	1	16

Entidad	Jerarquía				Total Atractivos
	Local	Regional	Nacional	Internacional	
Provincia Cachapoal	**88**	**67**	**44**	**8**	**207**
Chépica	7	0	0	0	7
Chimbarongo	0	2	2	0	4
Lolol	1	8	3	2	14
Nancagua	4	4	1	1	10
Palmilla	1	2	5	0	8
Peralillo	8	3	1	1	13
Placilla	8	1	2	0	11
Pumanque	2	1	1	0	4
San Fernando	6	10	10	1	27
Santa Cruz	5	4	7	7	23
Provincia Colchagua	**42**	**35**	**32**	**12**	**121**
La Estrella	1	1	0	0	2
Litueche	1	1	1	0	3
Marchigüe	4	10	0	0	14
Navidad	6	9	5	0	20
Paredones	9	5	0	0	14
Pichilemu	6	15	14	3	38
Provincia Cardenal Caro	**27**	**41**	**20**	**3**	**91**
Región de O' Higgins	**157**	**143**	**96**	**23**	**419**

Fuente: Servicio Nacional de Turismo Atractivos Turísticos Región de O'Higgins

Los destinos turísticos en la región se clasifican en consolidado; emergente; y potencial. Los principales destinos identificados en la Región de O'Higgins en torno a los cuales se organiza la actividad turística son: Lago Rapel, Alto Cachapoal, Matanzas-Navidad, Pichilemu y Valle de Colchagua.

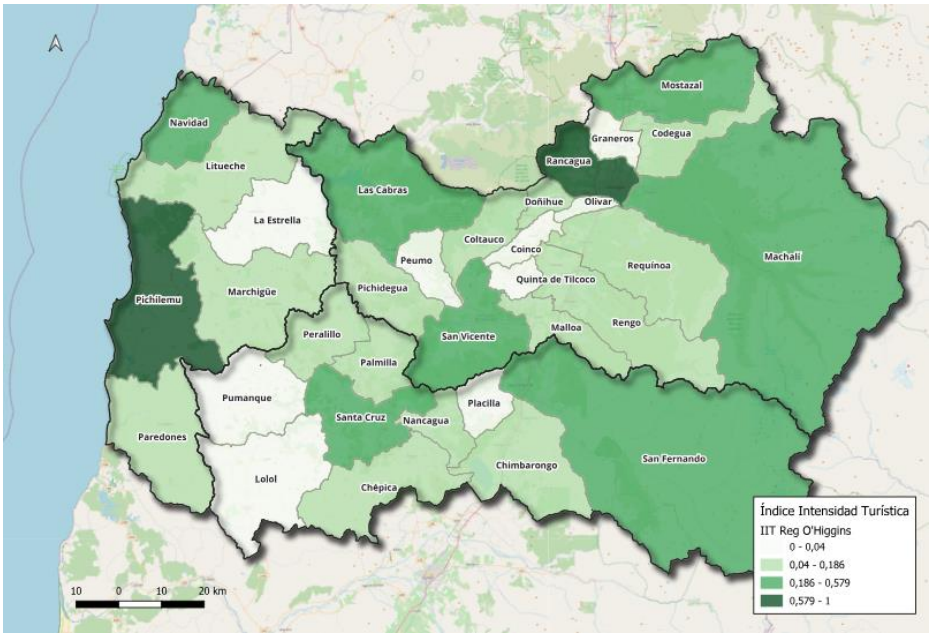
CUADRO N°2.4-33: NIVEL DE DESARROLLO DESTINOS TURÍSTICOS, REGIÓN DE O'HIGGINS, 2022

Destinos Turísticos	Comunas	Nivel de Desarrollo	Tipo de Destino
Navidad	Navidad	Emergente	Litoral, rural y de naturaleza
Lago Rapel	Las Cabras, Litueche, La Estrella	Consolidado	Lacustre y fluvial
Alto Colchagua	San Fernando	Emergente	Rural y de naturaleza
Alto Cachapoal	Machalí	Emergente	Rural y de naturaleza
Tagua Tagua - Almahue	San Vicente, Pichidegua, Peumo	Emergente	Rural
Pichilemu	Pichilemu, Paredones	Consolidado	Litoral
Valle de Colchagua	Santa Cruz, Peralillo, Palmilla, Lolol	Consolidado	Rural y de naturaleza

Fuente: Informe de Intensidad Turística y Definición de Destinos Turísticos, 2021. Subsecretaría de Turismo

En la figura que sigue se puede ver las áreas según el Índice de Intensidad Turística

FIGURA N°2.4-14: ÍNDICE DE INTENSIDAD TURÍSTICA EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS



A continuación, se presenta una breve descripción de algunos de los destinos mencionados.

Lago Rapel: El destino Lago Rapel, declarado Zona de Interés Turístico (ZOIT), se desarrolla en torno al Embalse Rapel, destacando por actividades náuticas y turismo en la comuna de Las Cabras. Cuenta con un importante desarrollo inmobiliario de segunda residencia en sus riberas suroeste y noroeste. Su Plan de Acción busca diversificar y mejorar la oferta turística, servicios, infraestructura y nuevos circuitos. Las localidades clave son Las Cabras, Litueche y La Estrella. Se puede acceder a este atractivo tomando la Ruta 5 para posteriormente continuar por la Ruta 66 en dirección a la costa.

IMAGEN N°2.4-1: VISTA DEL LAGO RAPEL

Valle de Colchagua: destino consolidado focalizado en la vitivinicultura. Las viñas del Valle ofrecen recorridos por sus instalaciones, degustaciones, muestras culinarias, senderismo, paseos en bicicleta, carruajes, etc. Para acceder a él se debe tomar la Ruta 5 y al llegar a San Fernando continuar por la Ruta 90 hacia la costa.

IMAGEN N°2.4-2: ATRACTIVOS VALLE COLCHAGUA

Museo Santa Cruz

Degustaciones

Pichilemu - Punta de Lobos: área costera que por su particular oleaje han atraído surfistas y renovado el balneario tradicional de la provincia de Cardenal Caro. También es reconocido como un atractivo consolidado. Se accede a Pichilemu por la Ruta 5 para continuar desde San Fernando por la Ruta 90 hacia la costa.

IMAGEN N°2.4-3: ATRACTIVOS PICHILEMU – PUNTA DE LOBOS

Pichilemu

Punta de Lobos

Alto Cachapoal: es un destino emergente que debería poner en valor su arquitectura patrimonial, la ruta del vino y la artesanía de Doñihue (mantas de lana fina ornamental tradicional). Este destino se localiza en la precordillera y cordillera de los Andes, al Este de la ciudad de Rancagua. En este destino existen atractivos de jerarquía internacional como el Campamento Sewell, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO.

IMAGEN N°2.4-4: ATRACTIVOS ALTO CACHAPOAL

Sewell

Reserva Nacional Río Los Cipreses

Matanzas-Navidad es un destino emergente que puede ser desarrollado en la medida que se mejore la promoción e infraestructura turística. Es una zona ubicada en el noroeste de la región, ideal para actividades náuticas como el surf, especialmente en Matanzas y Puertecillo. También destaca el turismo de intereses especiales en el Santuario de la Naturaleza "Bosques de Calabacillos", ideal para la observación de fauna marina. Las localidades de apoyo turístico incluyen Navidad, La Boca y Matanzas.

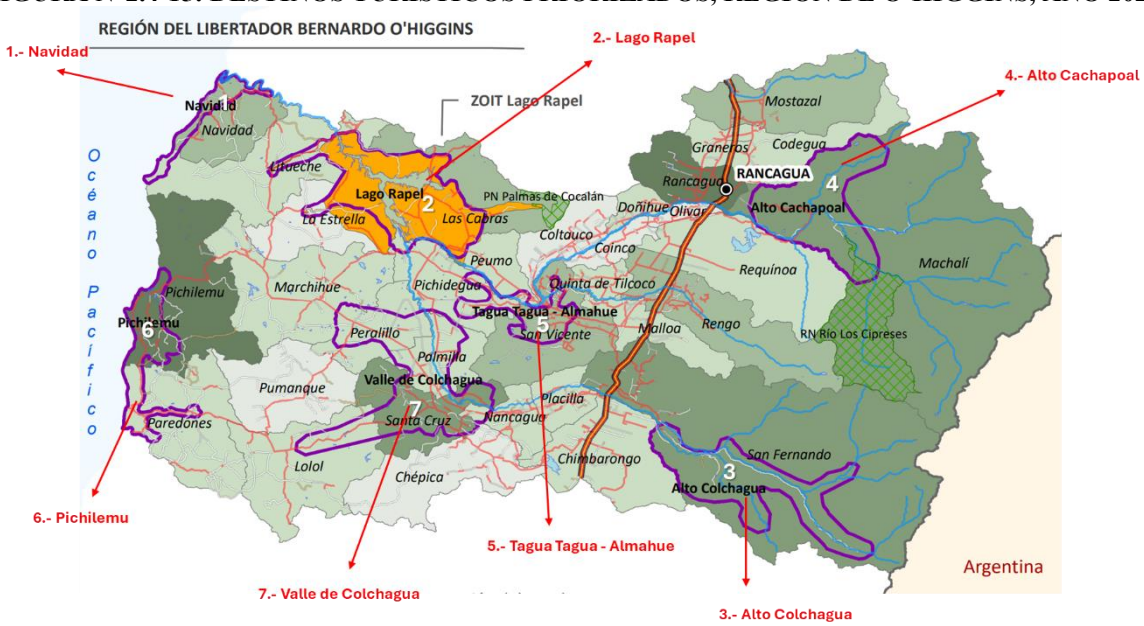
IMAGEN N°2.4-5: ATRACTIVOS MATANZAS - NAVIDAD

Matanzas

Navidad

La Subsecretaría de Turismo en conjunto con SERNATUR actualizaron el Índice de Intensidad Turística, el cual tiene como objetivo medir el volumen de turistas a nivel comunal que acceden a los diferentes atractivos turísticos del país, valorando cuales poseen mayor actividad turística según una serie de variables de oferta y demanda. En este contexto se obtuvieron 89 destinos turísticos priorizados en todo el país. De esos, seis se ubican en la Región de O'Higgins y son los que se presentan en la figura que sigue.

FIGURA N°2.4-15: DESTINOS TURÍSTICOS PRIORIZADOS, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2021



Fuente: Cartografía Índice de Intensidad Turística por Región y Destinos Turísticos Priorizados, Subsecretaria de Turismo

2.5 Antecedentes de Medio Ambiente y Territorio

2.5.1 Introducción

En el presente acápite, desde el punto de vista ambiental y territorial, se expondrán las particularidades de la región, en especial las zonas que cuentan con áreas protegidas oficialmente, de modo que los proyectos identificados se inserten de manera amable en el territorio regional.

Se analizará el sistema territorial-medioambiental a través de la información bibliográfica disponible y su posible actualización según corresponda, relacionada con la metodología propuesta y de las necesidades de levantamiento de información.

2.5.2 Áreas Protegidas y Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Ley 19.300 establece en su Art. 11 que "Los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:", para luego indicar en la letra d) que "Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles

de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;". Por lo citado y con relación al término "recursos y áreas protegidas", el año 2023 se promulga la Ley 21.600 que "Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas", cuya fecha de promulgación es el 21 de agosto de 2023 y su publicación el 6 de septiembre de 2023.

En dicha Ley se hacen una serie de modificaciones a cuerpos legales relacionados con el tema, pero en lo que respecta a sitios protegidos señala en su Art.3 "Definiciones. Para los efectos de esta ley se entenderá por:"

2) Área protegida: espacio geográfico específico y delimitado, reconocido mediante decreto supremo del Ministerio del Medio Ambiente, con la finalidad de asegurar, en el presente y a largo plazo, la preservación y conservación de la biodiversidad del país, así como la protección del patrimonio natural, cultural y del valor paisajístico contenidos en dicho espacio.

3) Área protegida del Estado: área protegida creada en espacios de propiedad fiscal o en bienes nacionales de uso público, incluyendo la zona económica exclusiva.

4) Área protegida Privada: área protegida creada en espacios de propiedad privada y reconocida por el Estado conforme a las disposiciones de la presente ley.

De tal forma, Artículo 4°.- Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas. Créase el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, cuyo objeto será la conservación de la biodiversidad del país, a través de la gestión para la preservación, restauración y uso sustentable de genes, especies y ecosistemas.

A su vez, realiza modificaciones a la ley 19.300, señalando que su la letra p) del Art. 10, queda redactado se la siguiente forma:

"Ejecución de obras, programas o actividades en áreas que formen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, humedales urbanos y en otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita;".

A su vez se reemplaza el Art. 34, queda como sigue:

"El Estado administrará un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, con objeto de asegurar la conservación de la biodiversidad y la protección del patrimonio natural. La administración

del Sistema Nacional de Áreas Protegidas corresponderá al Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas."

Además, se modifica el Art.35, reemplazándose su inciso primero señalando:

"Con el mismo propósito señalado en el artículo precedente, el Estado fomentará e incentivará la creación de áreas protegidas de propiedad privada, las que formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas."

Por lo señalado, de acuerdo con dicho cuerpo normativo, específicamente su Artículo N° 56 y artículos siguientes, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas comprenderá las siguientes categorías de protección:

a) Reserva de Región Virgen;
b) Parque Nacional;
c) Monumento Natural;
d) Reserva Nacional;
e) Área de Conservación de Múltiples Usos;
f) Área de Conservación de Pueblos Indígenas.

A su vez, el Art. 106 determina que:

"Integración de las áreas protegidas. Formarán parte de las áreas protegidas, el suelo, subsuelo y fondo marino, las porciones de mar, terrenos de playa, playas de mar, glaciares, embalses, ríos o tramos de éstos, lagos, lagunas, estuarios, y otros humedales situados dentro de su perímetro".

CUADRO N°2.5-1: CATEGORÍA ÁREAS COLOCADAS BAJO PROTECCIÓN

Parque Nacional o Parque Nacional de Turismo (SNASPE)
Reserva Nacional (SNASPE)
Monumento Natural (SNASPE)
Reserva de Región Virgen
Santuario de la Naturaleza
Parque Marino
Reserva Marina
Reserva de Bosque o Reserva Forestal
Humedales Urbanos
Humedal de Importancia Internacional, incluido en la lista Ramsar de Humedales de Importancia Internacional (Sitios Ramsar)
Bien Nacional Protegido o Inmueble Fiscal Destinados para Fines de Conservación Ambiental

Áreas Marina Costera Protegida o Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos, cuando la declaración respectiva obedezca a un objetivo de protección ambiental
Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad
Áreas de protección de recursos de valor natural (Ordenanza General de Urbanismo y Construcción)
Zonas Típicas
Monumento Histórico
Zonas de Conservación Histórica
Inmuebles de Conservación Histórica

Fuente: Instructivo N°130.844/2013, Instructivo N°161.081/2016 e instructivo N°20229910238/2022, 2022.

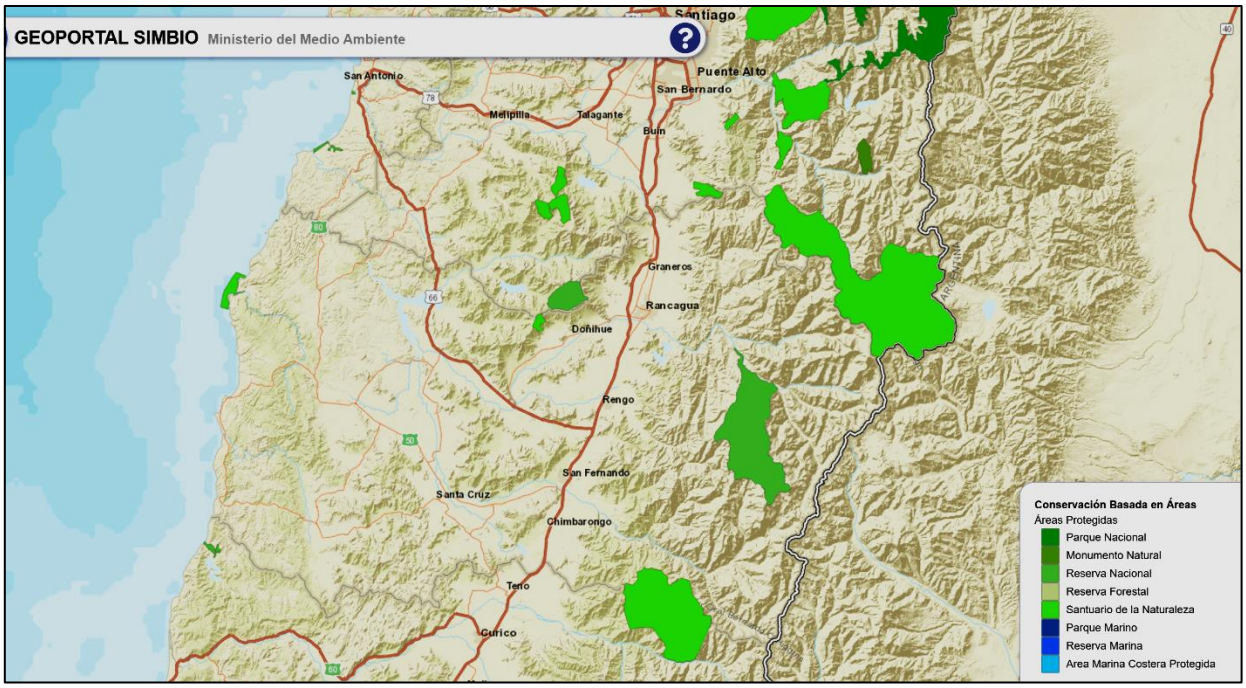
En la siguiente tabla, se muestran los sitios prioritarios ubicados en la Región de O´Higgins.

CUADRO N°2.5-2: ÁREAS COLOCADAS BAJO PROTECCIÓN EN LA REGIÓN DE O´HIGGINS

Área protegida	**Categoría**	WDPA-037
Las Palmas de Cocalán	Parque Nacional	
Río Los Cipreses	Reserva Nacional	WDPA-077
Predio Alto Huemul	Santuario de la Naturaleza	WDPA-176
Cerro Poqui	Santuario de la Naturaleza	WDPA 178
Piedra del Viento y Topocalma	Santuario de la Naturaleza	WDPA-205
La Vega de Pupuya	Humedal Urbano	HU-0046
Petrel	Humedal Urbano	HUR-06-25
Bucalemu	Humedal Urbano	HU-0029
La Roblería/Cordillera de la Costa Norte y Cocalán	Sitio Prioritario	SP-060
Las Cardillas	Sitio Prioritario	SP1-024
Laguna de Bucalemu	Sitio Prioritario	SP1-023
Topocalma	Sitio Prioritario	SP1-023
Laguna Cahuil	Sitio Prioritario	SP2-194
Rapel	ZOIT	

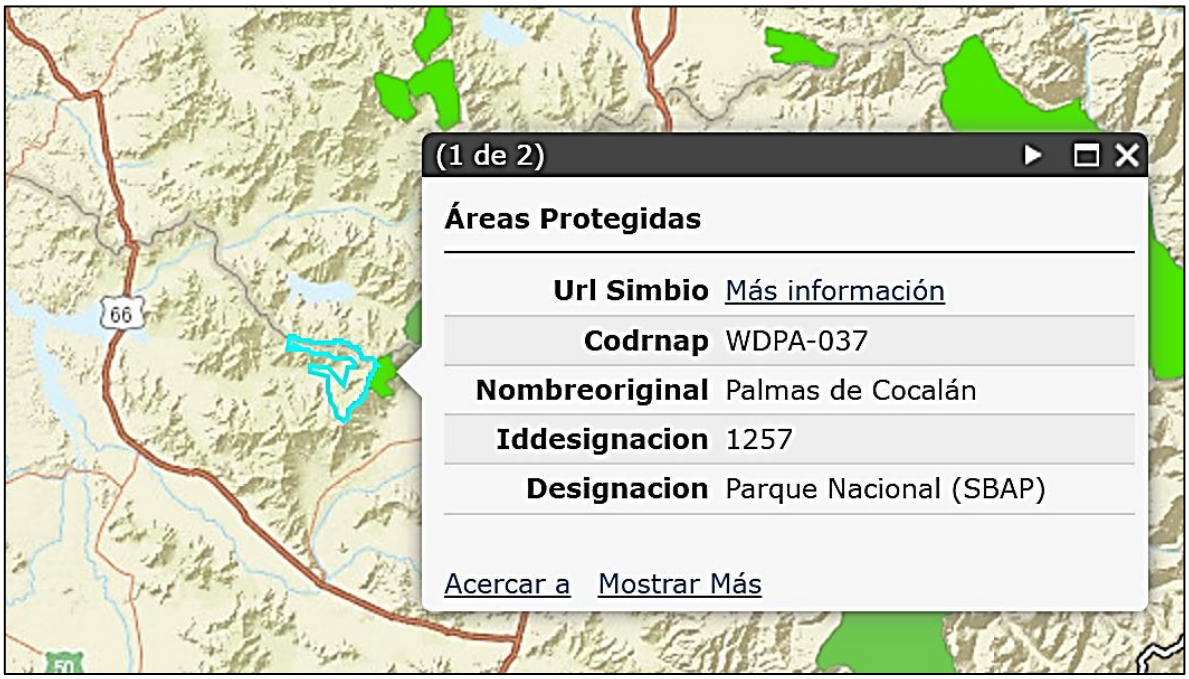
Fuente: Registro Nacional de Áreas Protegidas, http://areasprotegidas.mma.gob.cl/, 2022.
SIMBIO: Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad. Ministerio del Medio Ambiente

FIGURA N°2.5-1: ÁREAS PROTEGIDAS REGIÓN DEL LIBERTADO BERNARDO O´HIGGINS



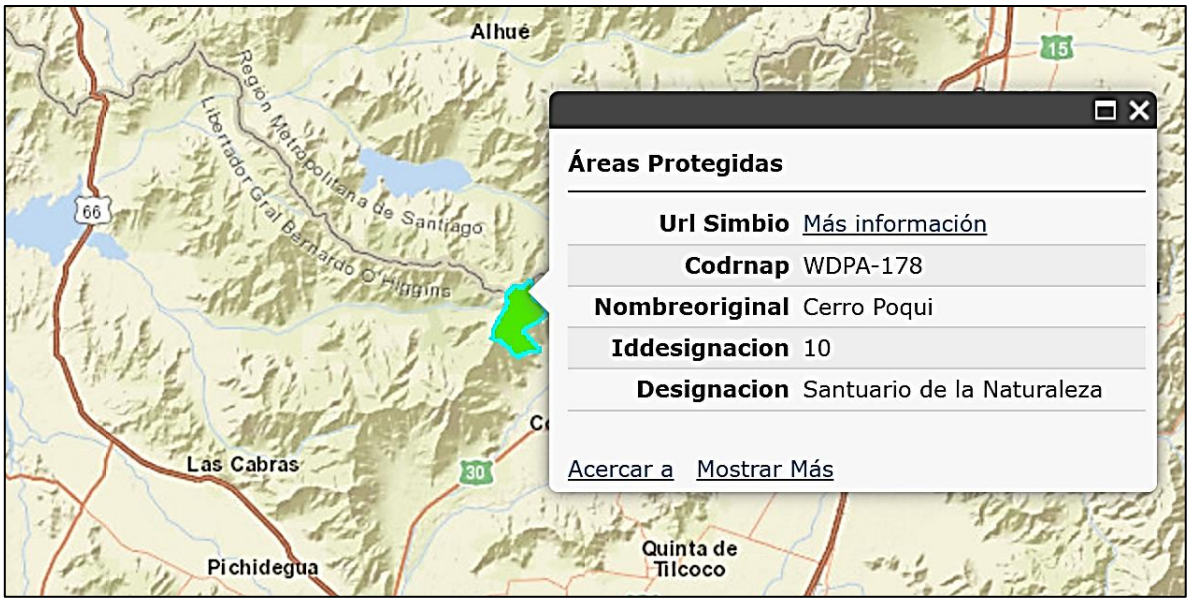
Fuente SIMBIO (Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad. Ministerio del Medio Ambiente)

FIGURA N°2.5-2: ÁREA PROTEGIDA PARQUE NACIONAL PALMAS DE COCALÁN



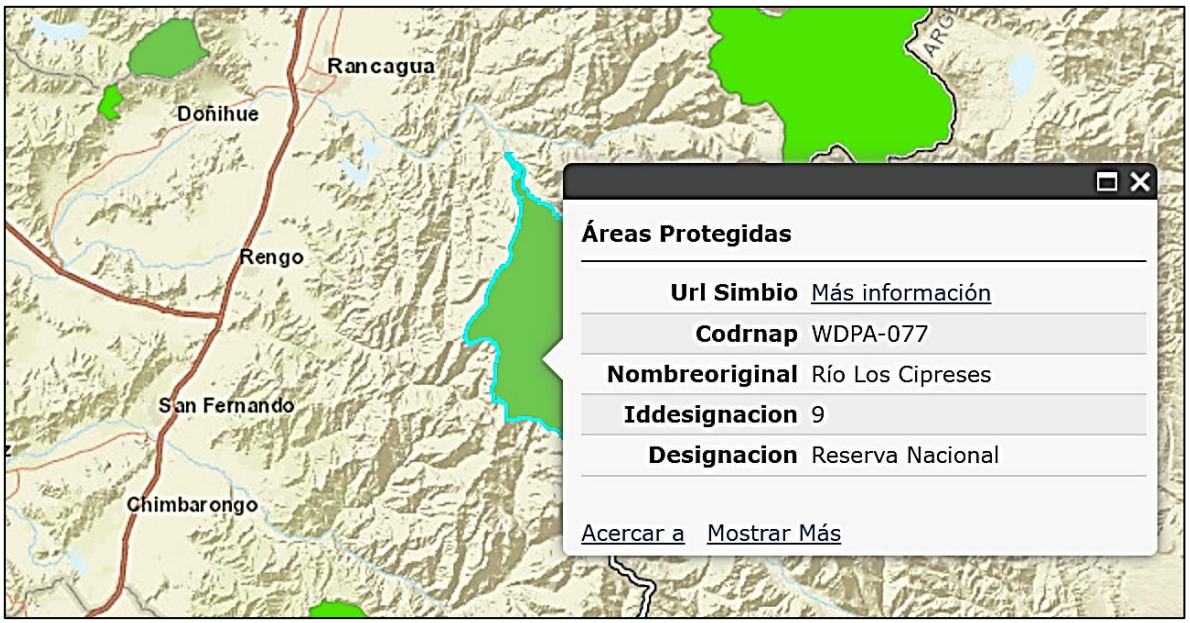
Fuente SIMBIO

FIGURA N°2.5-3: ÁREA PROTEGIDA SANTUARIO DE LA NATURALEZA CERRO POQUI.



Fuente SIMBIO

FIGURA N°2.5-4: ÁREA PROTEGIDA RESERVA NACIONAL RÍO CIPRESES

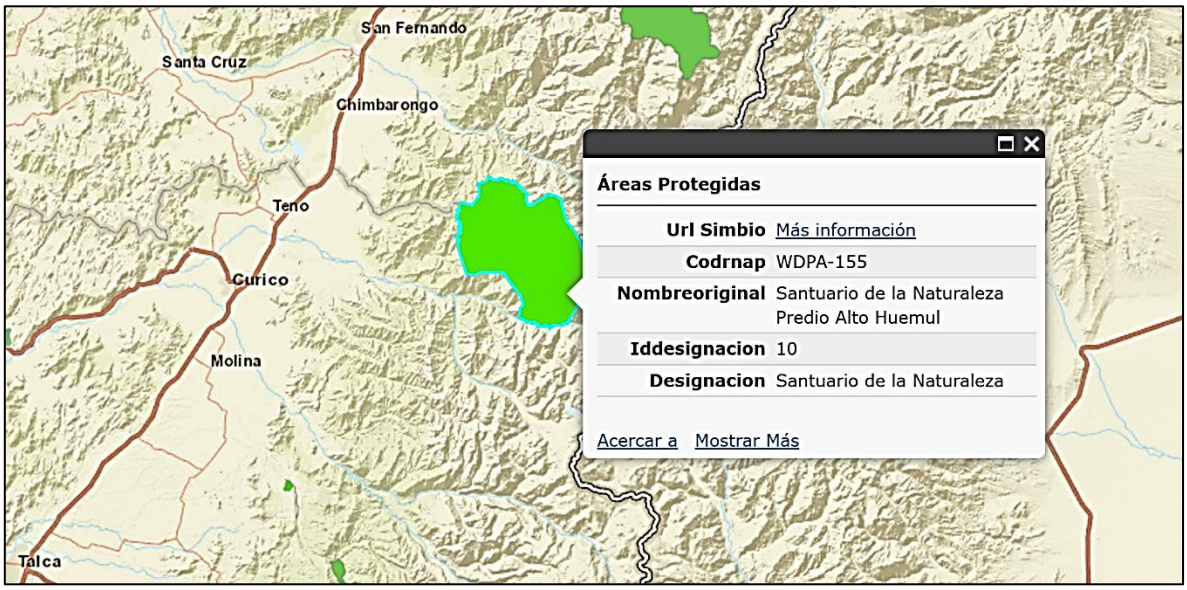


Fuente SIMBIO

FIGURA N°2.5-5: ÁREA PROTEGIDA SANTUARIO DE LA NATURALEZA PIEDRA DEL VIENTO Y TOPOCALMA

Fuente SIMBIO

FIGURA N°2.5-6: ÁREAS PROTEGIDAS SANTUARIO DE LA NATURALEZA PREDIO ALTO HUEMUL



Fuente SIMBIO

Véase detalles en anexo Cartografía Temática Ambiental

2.5.2.1 Parques Nacionales

2.5.2.1.1 Parque Nacional Las Palmas de Cocalán (Código Simbio: WDPA-037)

El parque nacional Las Palmas de Cocalán es un área protegida https://es.wikipedia.org/wiki/Chileubicada en la comuna de Las Cabras en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Se destaca como una de las tres áreas silvestres protegidas de Chile que cuentan con bosques milenarios de palma chilena (*Jubaea chilensis*). Su acceso al público es restringido debido a ser un parque nacional dentro de terrenos particulares y productivos, resguardando el cuidado de la especie nativa y desprovista de infraestructura turística.

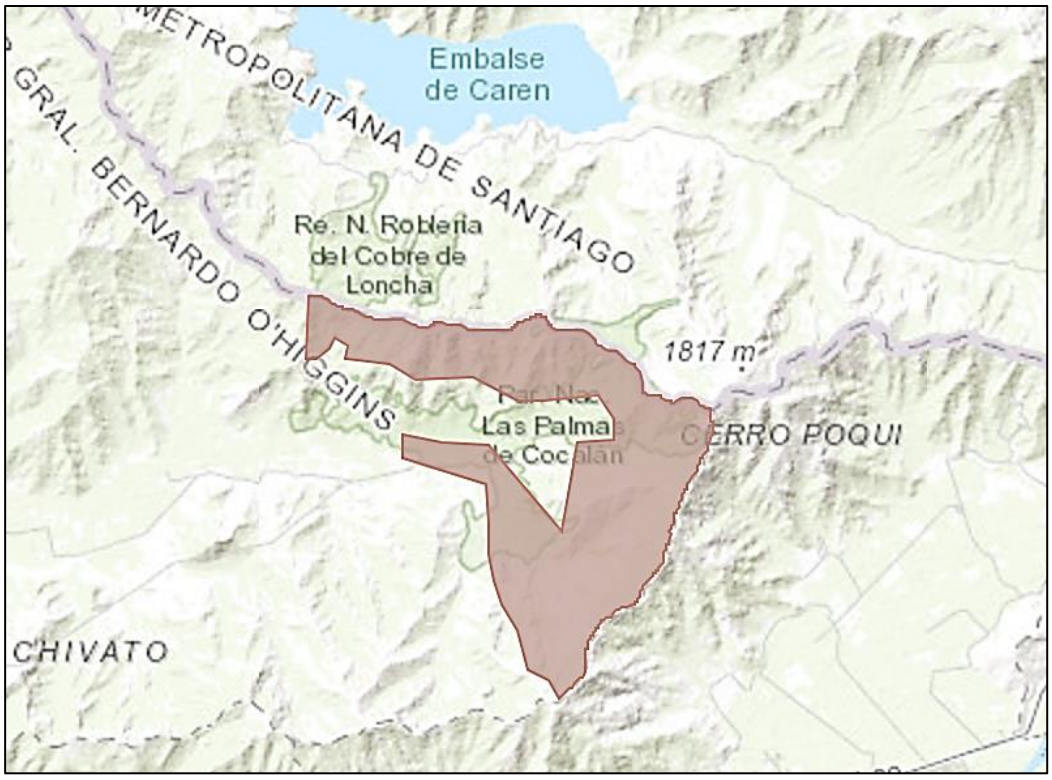
La unidad destaca por la alta concentración de palmas chilenas, especie de carácter endémico y lento crecimiento. Esta población se considera las más austral del mundo en su especie. La fauna de la zona es diversa, llamando la atención la presencia de especies como los zorros culpeo y chilla, gato montés, loro tricahue y aguilucho.

En esta área se presenta la segunda mayor extensión de bosques de palma chilena (*Jubaea chilensis*), después de las ubicadas en el Parque Nacional La Campana. Además, presenta bellotos del norte (*Beilschmiedia miersii*), pataguas (*Crinodendron patagua*), hualos (*Nothofagus glauca*) y litre (*Lithrea caustica*).

El parque cuenta con una parte de las 35.000 palmas chilenas de la cuenca de Cocalán, (contabilizadas en los años 80, hoy se estiman muchas más) que comprende el predio de La Palmería de Cocalán y la hacienda Las Palmas de Cocalán. Parte del predio fue declarado Parque Nacional en 1989, pese a que fue creado en 1971, convirtiéndose en el primer y único parque nacional chileno —y uno de los pocos en el mundo— ubicado en terrenos particulares. Debido a que está emplazado dentro de terrenos privados y productivos, el acceso público es restringido.

A partir de agosto de 2018 se comienza a realizar la ruta de la palma chilena, dentro de la Hacienda las Palmas de Cocalán. La actividad se lleva a cabo a través de guías locales de Pitrucao, contemplando los resguardos necesarios y garantía de conservación del medio ambiente en predios particulares. Se requiere previa inscripción según disponibilidad de fechas y horarios. La ruta involucra un costo asociado que permite su viabilidad como una forma de promover el conocimiento de la palma chilena y su legado cultural.

FIGURA N°2.5-7: PARQUE NACIONAL LAS PALMAS DE COCALÁN



Fuente: SIMBIO

FIGURA N°2.5-8: PARQUE NACIONAL LAS PALMAS DE COCALÁN EN IMAGEN GOOGLE EARTH.

Fuente: SIMBIO

2.5.2.2 Reserva Nacional

2.5.2.2.1 Reserva Nacional Río Los Cipreses (Código Simbio: WDPA-077)

La unidad Río Los Cipreses está ubicada en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, provincia del Cachapoal, comuna de Machalí. La unidad destaca por la protección de las especies de fauna como el guanaco, el loro tricahue y el puma, entre otros. En cuanto a flora es posible destacar el peumo, el quillay, el litre y el ciprés de la cordillera.

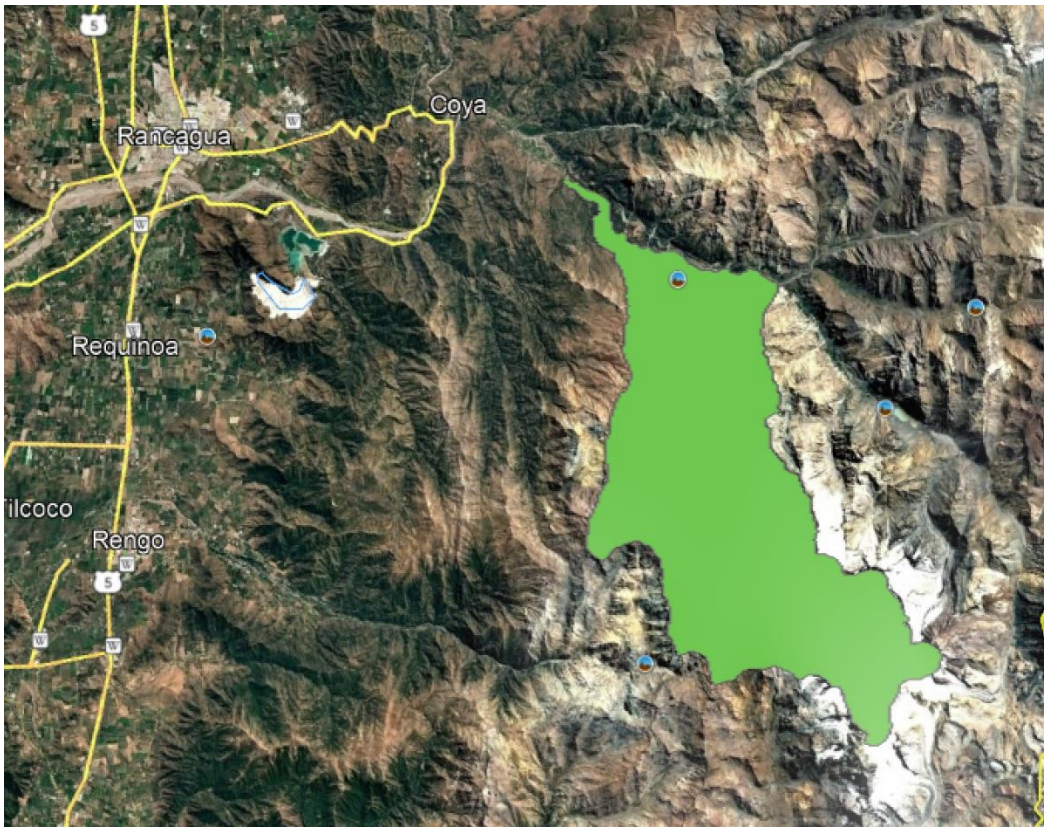
Según el Plan de Manejo (CONAF), El basamento geológico corresponde principalmente a Andesitas, Basaltos y Tranquitas de la formación geológica Coya-Machalí. La conformación del paisaje actual se debe a la interacción de fenómenos volcánicos, glaciales y fluviales. Se distinguen claramente 4 unidades de paisaje bien diferenciadas, el barranco del Río Cachapoal, la terraza aluvial de la ribera sur de dicho río, los faldeos bajos de las quebradas afluentes del Cachapoal y la Cuenca del Río de los Cipreses.

La Unidad posee varias asociaciones vegetales, las que van desde los 900 m.s.n.m., en donde predomina un bosque de tipo esclerófilo, hasta aproximadamente los 3.500 m.s.n.m., altitud en que se desarrolla una vegetación pratense altoandina. Entre las principales comunidades vegetales cabe destacar la de "peumo" (*Cryptocarya alba*), que se ubica en las quebradas de la parte baja que escurren directamente al río Cachapoal. En lugares de menor humedad y con exposiciones más secas, se desarrolla una asociación de "quillay-litre" (*Quillaja saponaria- Litrhaea caustica*), la cual es desplazada en los lugares de mayor altitud por una comunidad dominada por "frangel" u "olivillo de la cordillera" (*Kageneckia angustifolia*). Los pisos altitudinales superiores son ocupados por comunidades duriherbáceas dominadas por "coirón" (*Festuca acantophylla*), las cuales en su límite inferior se entremezclan con formaciones arbustivas conformadas por "guindillo" (*Valenzuelia trinervis*) y "hierba blanca" (*Chuquiraga oppositifolia*). En sectores de afloramientos y acarreos de material rocoso se desarrollan bosquetes de "ciprés de la cordillera" (*Austrocedrus chilensis*). Otras comunidades la constituyen las vegas y mallines de altura, las cuales están asociadas a depresiones del terreno con drenaje imperfecto. Existen referencias sobre un alto endemismo en la composición florística de estos tipos vegetacionales lo que acrecienta su valor científico. Asociado a estas últimas comunidades, pero en los pisos altitudinales más bajos y en hábitat más seco, existen bosquetes de "lun" (*Escallonia revoluta*).

La variedad de ambientes de la Reserva proporciona oportunidades para el desarrollo de una variada gama de especies de fauna. La existencia de terrenos bajos es de especial interés, puesto que en la cordillera existe un ciclo anual de migración altitudinal, a causa de los nevazones invernales que cubren las partes altas. Si un área silvestre protegida solo posee terrenos altos que se cubren de nieve en el invierno, la mayoría de las especies deben buscar

refugio y alimentación fuera de la unidad, corriendo los peligros consiguientes, ya que las tierras del exterior normalmente están sometidas a usos que son escasamente compatibles con la protección de la fauna silvestre. En la Unidad se ha podido comprobar la existencia de pequeñas tropillas de guanacos (*Lama guanicoe*) en los sectores altos de la cuenca del Río de los Cipreses. En el barranco del río Cachapoal existe un lugar de nidificación de loro tricahue (*Cyanoliseus patagonus byroni*), una de las especies de avifauna más amenazadas del país y que actualmente no se encuentra representada en ninguna otra área silvestre protegida. Otras especies de aves presentes son: cóndor (*Vultur gryphus*), cachaña (*Enicognathus ferrugineus*), águila (*Geronoaetus melanoleucus*), aguilucho (*Buteo polyosoma*), cernícalo (*Falco sparverius*), peuco (*Parabuteo unicinctus*). En los ambientes acuáticos es posible observar caiquenes (*Chloephaga picta*), piuquén (*Chloephaga melanoptera*), bandurria (*Theristicus caudatus*), Pidén (*Rallus sanguinolentus*), pato juar jual (*Lophonetta specularioides*) y otros patos silvestres. En matorrales y praderas es posible advertir la presencia de numerosas especies del orden Passeriformes, tales como canastero (*Thripophaga humicola*), turca (*Pteroptichos megapodius*), diucón (Pyrope pyrope), rara (*Phytotoma rara*), chercán (*Troglodytes aedon*), tenca (*Mimus thenca*), loica (*Sturnella loyca*), tordo (*Curaeus curaeus*), diuca (*Diuca diuca*) y yal (*Phrygilus fruticeti*). Entre los mamíferos observados, además del guanaco están: conejo (*Oryctolagus cuniculus*), liebre (*Lepus capensis*), murciélago común (*Tadarida brasilensis*), zorro culpeo (*Canis culpaeus*), zorro chilla (*Canis griseus*), quique (*Galictys cuja*), vizcacha (*Lagidium viscacia*) y otra gran variedad de roedores pequeños. Los reptiles más característicos son varias especies de lagartijas del género Liolaemus, lagartos del género *Phymaturus* y las culebras *Tachymenis chilensis* y *Phylodria chamissonis*. Entre los batracios se encuentran sapos del género Bufo y ranas de los géneros *Telmatobius* y *Pleurodema*. En los cursos de agua se encuentran especies salmonideas introducidas, especialmente la trucha arcoíris. Entre las especies nativas destaca la percatrucha (*Percichthys trucha*), pejerreyes de agua dulce o cauques, pertenecientes a los géneros *Basilichthys* y *Odontesthes* y bagres (*Pigidium spp*.).

FIGURA N°2.5-9: RESERVA NACIONAL RÍO LOS CIPRESES



Fuente: SIMBIO

2.5.2.3 Santuarios de la Naturaleza

2.5.2.3.1 Santuario de la Naturaleza Predio Alto Huemul (Código Simbio: WDPA-176).

Alto Huemul, corresponde a un robledal de casi 3.000 hectáreas en la Cuenca del Río Claro; al interior de San Fernando, un poco más al Este de la localidad de Sierras de Bellavista. Los Robles (*Nothofagus obliqua*) de altura comienzan a aparecer en la cordillera de Colchagua en forma de bosquetes, principalmente renovales entre los 1.000 y 2.000 m. s.n.m. Ocupan algunas laderas de las Sierra de Bellavista, mezclado con ciprés de la cordilllera (*Austrocedrus chilensis*). En las quebradas donde corre agua los robles están acompañados por peumos, corcolenes, maitenes, radales, olivillos, lingues, además de enredaderas y arbustos y hierbas. Todo esto conforma un paisaje típico precordillerano.

Posee un bosque catedral de robles (*Nothofagus obliqua*), el más septentrional de su especie y tiene valor ecológico, florístico y recreacional. Además, cuenta con bosquecillos de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) con un alto valor por la biodiversidad de los ecosistemas de tipo mediterráneo y altoandino, los que incluyen varios cordones cordilleranos que sirven de hábitat a flora y fauna nativas.

En cuanto a la fauna se destaca la presencia de distintas aves de gran tamaño y belleza como las cachañas, que viven en bandadas y se les puede observar desplazándose en grupos aproximados de 50 individuos o alimentándose en los árboles con gran alboroto. También es muy atractivo contemplar al pájaro carpintero negro, por su belleza y característico sonido; esta ave es de distribución muy acotada, porque sólo habita bosques maduros de *Nothofagus*, ya que se alimenta de las larvas que crecen en los troncos de árboles muertos y además los usa para construir sus nidos, ahuecando los troncos con su particular picoteo. El loro tricahue y el loro choroy son dos especies endémicas que se encuentran en peligro de extinción, ambas son aves gregarias que forman bandadas y se les puede observar en grandes grupos, alimentándose en las copas de los árboles y a veces forrajeando en el suelo.

FIGURA N°2.5-10: SANTUARIO DE LA NATURALEZA ALTO HUEMUL

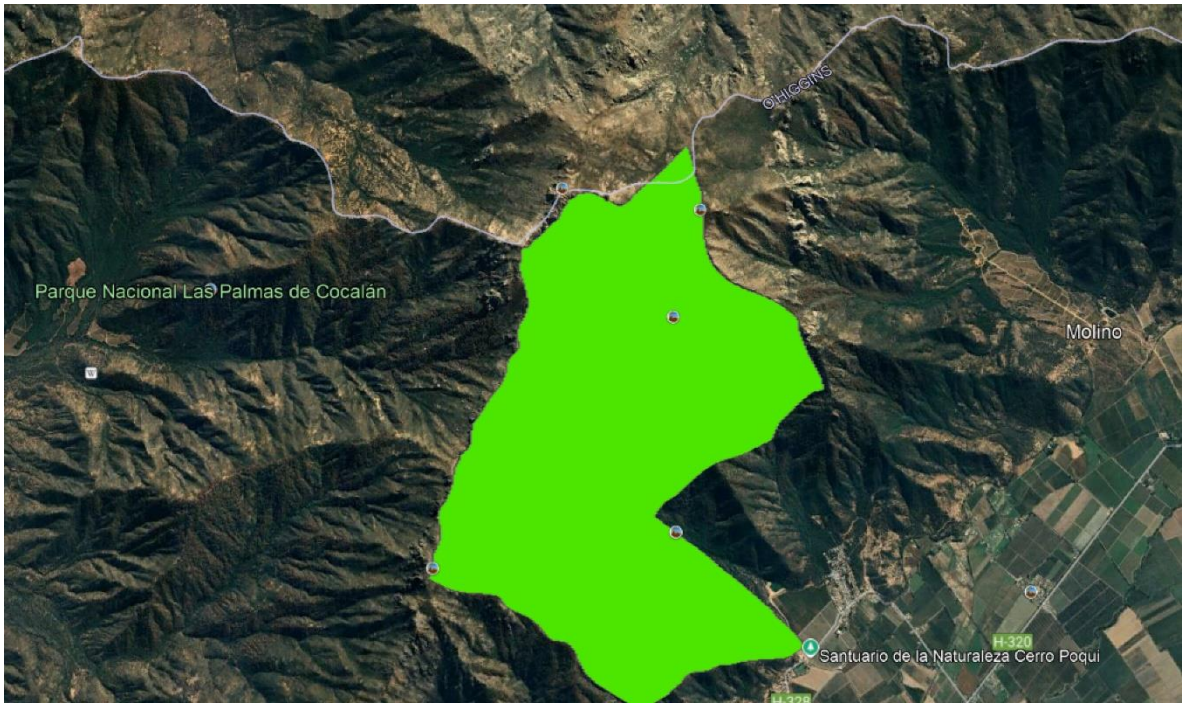
Fuente: SIMBIO

2.5.2.3.2 Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui (Código Simbio: WDPA 178).

El sector del Cerro Poqui se inserta en el sitio prioritario para la conservación denominado "La Roblería/Cordillera de la Costa Norte y Cocalán".

Su importancia está dada porque se encuentra inserta en los bosques mediterráneos de Chile central, sector reconocido mundialmente como un hotspot de biodiversidad. Lo anterior responde a la riqueza de flora vascular del lugar estimada en unas 2.500 especies, de las cuales un 50% son endémicas de Chile y un 25% son exclusivas de la región mediterránea central.

FIGURA N°2.5-11: SANTUARIO DE LA NATURALEZA CERRO POQUI



Fuente: SIMBIO

2.5.2.3.3 Santuario de la Naturaleza Piedra del Viento y Topocalma (WDPA-205)

Este Santuario se caracteriza por contener paisajes terrestres y marinos únicos, con escasa intervención industrial, siendo ocupada por pequeñas comunidades dedicadas principalmente a la pesca artesanal como medio de vida, las que dependen de dicha actividad como sustento económico.

El área protegida conserva su biodiversidad y las prácticas de pesca artesanal y tradicionales de recolección de algas, compatibilizando diversos usos y fomentando el desarrollo del turismo en armonía con el entorno. El santuario está conformado por distintos ambientes, rocas marinas, playas arenosas, una laguna de características salobres separada por una barra del mar y un sistema dunar adyacente. Este mosaico de ambientes constituye en términos ecológicos una amplia variedad de hábitats y microhábitats para la flora y fauna, presentando gran diversidad y abundancia.

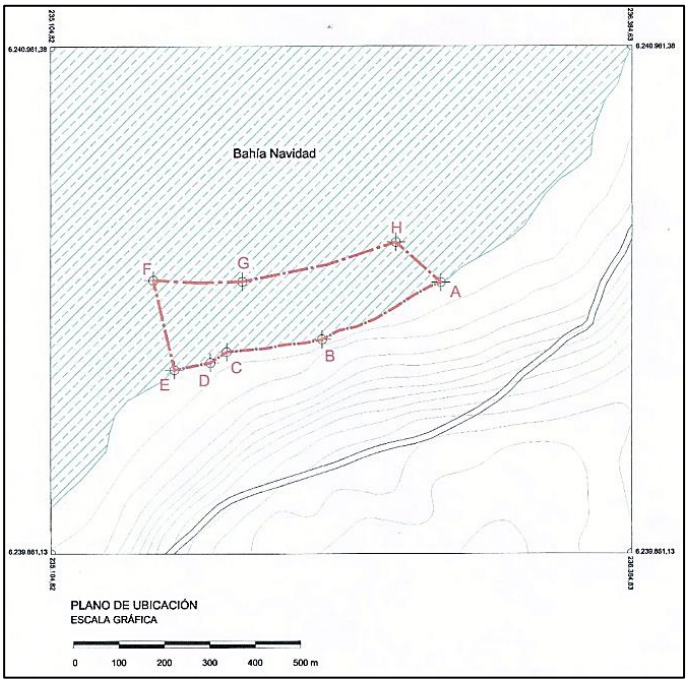
FIGURA N°2.5-12: SANTUARIO DE LA NATURALEZA PIEDRA DEL VIENTO Y TOPOCALMA

Fuente: SIMBIO

2.5.2.3.4 Santuario de la Naturaleza Bosque Calabacillo de Navidad

En la localidad costera de Navidad, emplazada en la VI región del país, se encuentra el Santuario de la Naturaleza Bosque de Calabacillo de Navidad. Corresponde a una porción de agua y fondo de mar aledaña al sector sur de la playa Las Brisas, de una superficie aproximada de 11,113 ha, caracterizada por una alta biodiversidad asociada al único bosque de macroalga parda Macrocystis pyrifera (Calabacillo). Esta alga posee un alto interés científico por sus componentes bióticos. El calabacillo posee unas vesículas de aire que permiten que sus hojas floten hasta la superficie del mar y generen un mejor proceso de fotosíntesis, propiciando el desarrollo de numerosas especies -principalmente invertebrados y peces de roca-, como erizos, lenguados, lapas, locos y róbalos. Además, se ha constatado la presencia de un banco de choros zapato juveniles de escasa presencia actual en la región. En general, en torno a este particular ecosistema se desarrollan 21 especies de algas, 55 tipos de invertebrados y 13 de aves.

FIGURA N°2.5-11: SANTUARIO DE LA NATURALEZA BOSQUE CALABACILLO DE NAVIDAD



Fuente: Consejo de Monumentos Nacionales

2.5.2.4 Humedales Urbanos

Bajo la legislación actual fueron declarados humedales urbanos por el Ministerio del Medio Ambiente La Vega de Pupuya en Navidad, la Laguna Petrel en Pichilemu y el humedal Bucalemu en Paredones

La Ley 21.202 modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Busca regular de manera específica los ecosistemas de humedales dentro de áreas urbanas (humedales total o parcialmente dentro del límite urbano) e introducir en la legislación nacional el concepto de humedales urbanos, en virtud de la gran relevancia que estos ecosistemas tienen para las ciudades como áreas verdes, espacios para la recreación, control de inundaciones y mitigación al cambio climático, entre otros; y las fuertes amenazas bajo las cuales se encuentran. Esta normativa busca asegurar la protección de los humedales que se encuentren total o parcialmente dentro del radio urbano, declarados por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) bajo la figura de "humedal urbano", de oficio o a petición de los municipios. Asimismo, la ley entrega a los municipios herramientas concretas que permitirá proteger los humedales urbanos, a través de la elaboración de Ordenanzas Generales para la protección de humedales urbanos y la postergación de permisos de subdivisión predial, loteo, urbanización y de construcciones. Además, esta ley modificó la LBGMA N° 19.300 en el Art. 10, literales p), q), r) y crea una nueva letra s), y establece que los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente deben ser incluidos en los Instrumentos de Planificación Territorial a toda escala como "área de protección de valor natural".

La Región tiene humedales de distinta escala, sean costeros, de valle o cordilleranos, estos son: Petrel (Pichilemu), Bucalemu (Paredones), Vegas de Pupuya (Navidad). Hay algunos con revisión jurídica final previo a la dictación, los cuales son: Purén-Idahue (Coltauco) y El Ancho (Pichilemu); además se está gestionando en los municipios de Navidad y Las Cabras las solicitudes del Estuario La Boca y Río Cachapoal.

2.5.2.4.1 Humedal Urbano La Vega de Pupuya. Simbio: HU-0046.

La Vega de Pupuya se encuentra a 6 kilómetros al sur oeste del centro urbano de Navidad.
Es un humedal costero que deriva de un pequeño estero que cruza las localidades de Pupuya y La Vega de Pupuya. En los meses de invierno crece el estero y las lluvias acrecientan la laguna que forma la zona de humedal, lo que en algunos casos provoca la conexión con el mar. El resto del año el agua que proviene del estero permanece suplementando de agua a las lagunas que se forman.

Durante los años 2017-2018 se desarrolló el proyecto FPA "Investigación y valoración de la avifauna del Islote y Humedal la Vega de Pupuya" que tuvo como objetivo principal caracterizar el ensamble de aves presentes en el Islote Pupuya y Humedal La Vega de Pupuya, además de concientizar sobre la importancia ecológica de estos sitios a la comunidad asociada a los lugares de estudio.

En relación al relieve y paisaje la Vega de Pupuya se caracteriza por las formaciones dunares y rocosas en la línea costera, y por el humedal con el mismo nombre. Su maritorio se caracteriza por ser rico en biodiversidad bentónica, la que se concentra alrededor del Islote de Pupuya. En los alrededores de este islote existe un Área de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), que es administrado por el Sindicato de Trabajadores Independientes de pescadores Unión Matanzas.

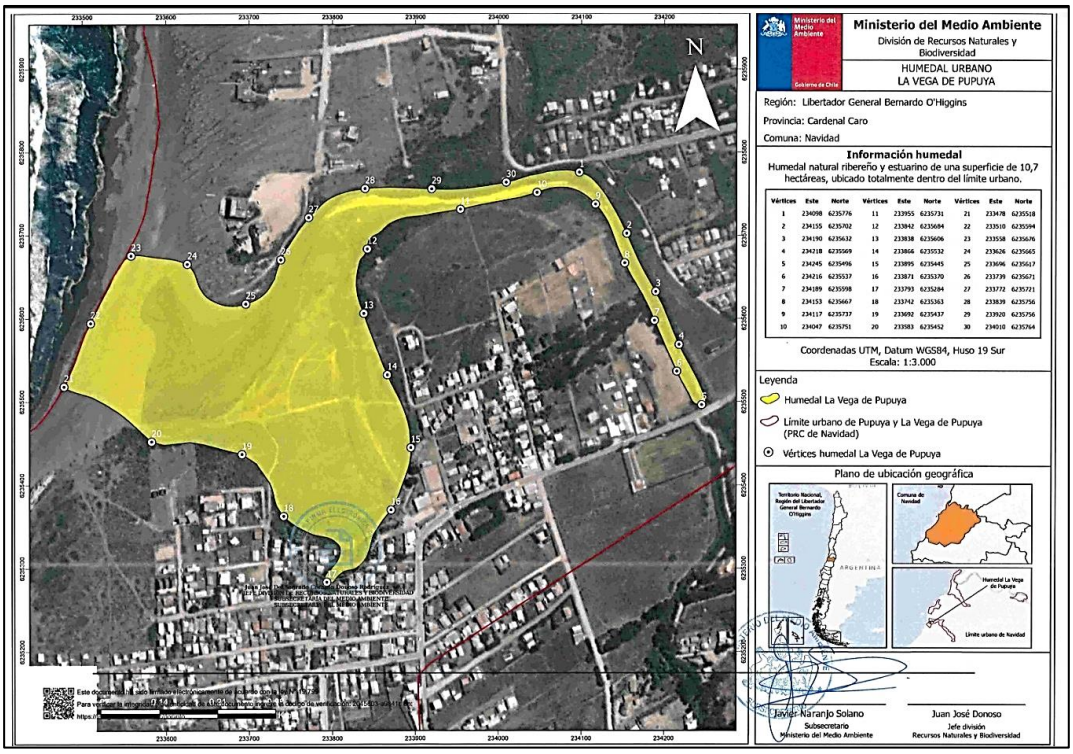
La presencia del humedal La Vega y el Islote de Pupuya la localidad concentra una gran cantidad de aves y es un importante punto de reproducción para ellas, sin embargo, en actualidad estos se ven amenazados por múltiples factores humanos, los que se observaron durante el proyecto. De estos se destacan; acceso de vehículos motorizados al sector del humedal y la playa, acceso de animales domésticos (perros, vacas, caballos y patos) al humedal, uso de la laguna como zona de baño, caza, exceso de basura en humedal y falta de conocimiento de las especies que habitan el lugar.

La zona biogeográfica donde se ubica el humedal corresponde a una zona semi-árida con alta influencia oceánica. Predomina un clima templado cálido con características mediterráneas y con una estación seca prolongada (7 a 8 meses). La presencia del humedal en dicha zona es relevante para las aves costeras migratorias, como también por los servicios ecosistémicos que nos brindan.

Se emplaza en una formación terciaria, caracterizada por rocas sedimentarias que componen los barrancos de la costa. La litología de la Formación Navidad está caracterizada por un conglomerado y/o coquina basal, al cual sobreyace una alternancia de areniscas, limolitas, escasos conglomerados y coquinas.

La zona de la Vega de Pupuya cuenta con la mayor riqueza de especie (44 especies) en comparación con las zonas aledañas: Playa (6 especies); Dunas (25 especies); Laderas con arbustos (32 especies); y Xerófitica (45 especies). También, podemos señalar que, de las especies registradas en la vega, 18 son autóctonas y 27 alóctonas.

FIGURA N°2.5-13: HUMEDAL URBANO LA VEGA DE PUPUYA



Fuente: Inventario Nacional de Humedales (Geoportal). Ministerio del Medio Ambiente
Humedales Urbanos Declarados

Amenazas que afecten el humedal

- Relleno de humedales urbanos
- Desarrollo de áreas residenciales
- Especies exóticas invasoras
- Extracción de áridos
- Desarrollo de áreas comerciales e industriales
- Actividades recreacionales
- Desarrollo de zonas de turismo y recreación

2.5.2.4.2 Humedal Petrel. HUR-06-25

El humedal Petrel fue considerado en un proceso de declaratoria de oficio, por cuanto es un ecosistema que presenta altos niveles de amenaza, principalmente por cambio de uso del suelo; constituye hábitat de especies clasificadas en categoría de amenaza, como el Cuervo de pantano, el Cisne cuello negro y el Flamenco chileno; y, es un ecosistema que en términos culturales, sociales y turísticos o de provisión de servicios ecosistémicos es relevante a nivel local, especialmente respecto de la provisión de servicios de importancia turística y recreación.

Las principales formaciones geomorfológicas que se identifican en torno a este humedal costero son playas de arena, dunas y terrenos bajos inundables. La playa arenosa, denominada playa San Antonio se extiende por más de 5 km a lo largo de la línea de costa, está formada por la acumulación de sedimentos de arenas de variado tamaño, gravas y rodados en el borde del mar.

Petrel es un humedal costero de características estuarinas, con una laguna salobre donde se mezclan las aguas saladas marinas con las dulceacuícola del río. El principal sistema alimentador de la laguna Petrel corresponde al estero San Antonio de Petrel que presenta un régimen pluvial. Es un humedal dominado por halófitos subarbustivos y herbáceos que sirven de hábitat y sustento de especies de avifauna, además de peces e invertebrados.

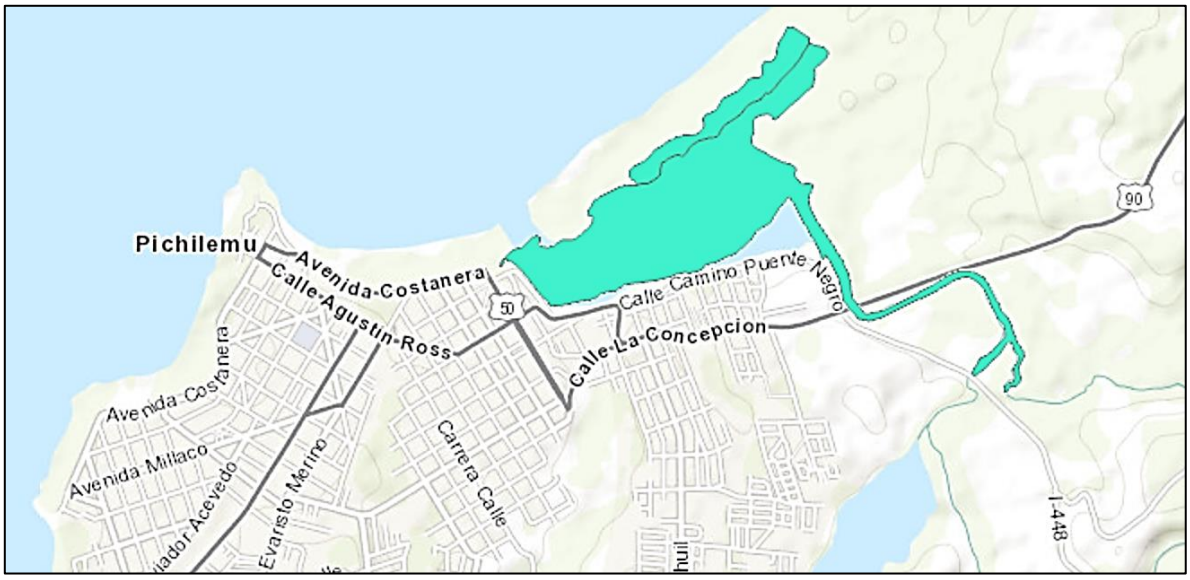
Posee gran cantidad de sedimentos, lo que, junto a su hidrología mediterránea, determina que en la época seca (octubre - mayo) se forme una barra que bloquea su desembocadura al mar adyacente, conformándose una laguna. Durante la temporada lluviosa (junio - septiembre), dicha boca se abre nuevamente con las crecidas estacionarias. Debido a ello, contiene un alto porcentaje de agua de mar.

Habitan en la laguna una treintena de especies de aves, entre las que destacan ejemplares de yeco, zarapito, playero blanco, chorlo chileno, gaviota dominicana, perrito o tero y pilpilén.

Hasta 2009, la laguna Petrel era un depósito de las aguas servidas de Pichilemu. En esa fecha, el Gobierno Regional de O'Higgins aprobó el proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de aguas, lo que propició la limpieza de la laguna y la llegada de aves y animales al lugar, conformándose un ecosistema de humedal costero.

En 2021, la laguna Petrel fue declarada por el Ministerio del Medio Ambiente como un humedal urbano protegido, con el objeto de resguardar sus características ecológicas y su funcionamiento.

FIGURA N°2.5-14: HUMEDALES PETREL



Fuente SIMBIO

2.5.2.4.3 Humedal de Bucalemu

Se ubica en la comuna de Paredones, sector occidental, en la zona de la planicie litoral y la Cordillera de la Costa. En cuanto al humedal, este se encuentra en las formaciones de sedimentos eólicos y litorales que corresponden a depósitos de playas y Dunas

Tipo de Humedal: Parcialmente dentro del límite urbano.
Superficie: 279,376801 hectáreas
Clasificación: Humedal natural ribereño y palustre permanente

Este humedal costero está emplazado en la cuenca exorreica del Estero Paredones. Alberga varias especies de aves, destacándose entre ellas el Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) y el Cisne Coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) correspondientes a la segunda y tercera población más numerosa del humedal, junto al Cuervo de Pantano (*Plegadis chihi*); así como los peces Róbalo (*Eleginops maclovinus*) y el Roncador (*Micropogonias manni*).

El ecosistema presente altos niveles de amenaza actual y/o proyectada, como presiones urbana y agrícola alrededor del humedal, así como, la disminución del caudal de la cuenca aportante y disminución de la pluviometría, lo que ha generado una acelerada eutrofización, llegando a provocar presencia de blooms de algas y muertes de especies.

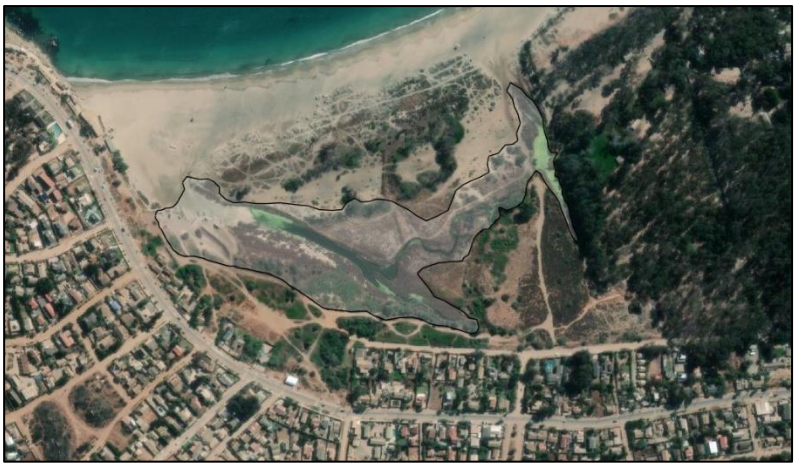
Se destaca el turismo de avifauna, y su provisión mediante el desarrollo de la pesca artesanal y extracción de algas, además de ser un regulador de inundaciones para sector urbano.

El ecosistema constituye hábitat para especies de flora y/o faunas clasificadas en categoría de amenaza, para especies endémicas o migratorias. Con presencia de Chungungo (*Lontra felina)* clasificado Vulnerable (VU) según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) DS 42/2011 MMA y el Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) clasificado "Preocupación menor" (RCE DS 16/2020 MMA).

Se considera un ambiente micro mareal (< 2m) que ha favorecido la construcción de una barrera entre ambos promontorios, esto considerando que el aporte y flujo de sedimentos fluviales ha incidido en la formación de leves formaciones dunares yuxtapuestos a la línea de costa. En este caso, la barrera tiende a cerrar el estuario situado al sur de la célula originándose la laguna Bucalemu, situación que está sobre acentuada dada la construcción del espigón.

Por su parte la hoya del estero Paredones, situada al sur del Nilahue, nace inmediatamente al sur del pueblo del mismo nombre y desemboca en la cabeza de la laguna Bucalemu, a través de la cual llega al mar. El estero Paredones se forma a partir de la confluencia de los esteros Membrillo y estero de la Población, drenando una superficie total de aproximadamente 205 km^2.

FIGURA N°2.5-15: HUMEDAL DE BUCALEMU



Fuente SIMBIO

2.5.2.4.4 Humedal Lago Rapel (En proceso de considerar declararlo bajo protección oficial) Código SP2-258

El Ministerio del Medio Ambiente admitió la solicitud de reconocimiento de este humedal, por lo cual, si bien no está considerado como Humedal Urbano, si es parte de un Sitio Prioritario.

2.5.2.5 Humedales RAMSAR

En la Región de O´Higgins no hay Sitios Ramsar, que son aquellos humedales de importancia internacional.

2.5.3 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad que tienen efectos para el SEIA

De acuerdo a la página web del Registro Nacional de Áreas Protegidas del Ministerio del Medio Ambiente, "los sitios prioritarios para la conservación se definen como aquellos espacios geográficos que, en condiciones naturales, son relevantes para la biodiversidad del país, ya que proveen de servicios ecosistémicos importantes o cuyos ecosistemas, hábitats, especies, paisajes o formaciones naturales presentan características particulares de unicidad, escasez o representatividad, y en el cual se pueden aplicar una o más". Al respecto, cobra relevancia la Ley Nº20.417, que modifica la Ley N°19.300, ambas del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, específicamente en lo referido al literal d) del artículo Nº11 de la LGBMA, donde se incorpora como causal de ingreso al SEIA, mediante un Estudio de Impacto Ambiental, localizados en o próximos a Sitios Prioritarios, susceptibles de ser afectados. Teniendo en cuando lo anterior, la Comisión Nacional de Medio Ambiente, mediante el Instructivo N°103.008, de fecha 28 de septiembre de 2010 y él SEA, mediante instructivo N°100.143 de fecha 15 de noviembre de 2010, individualizan los 64 sitios prioritarios que deben ser considerados para efectos de una correcta aplicación del aludido literal d).

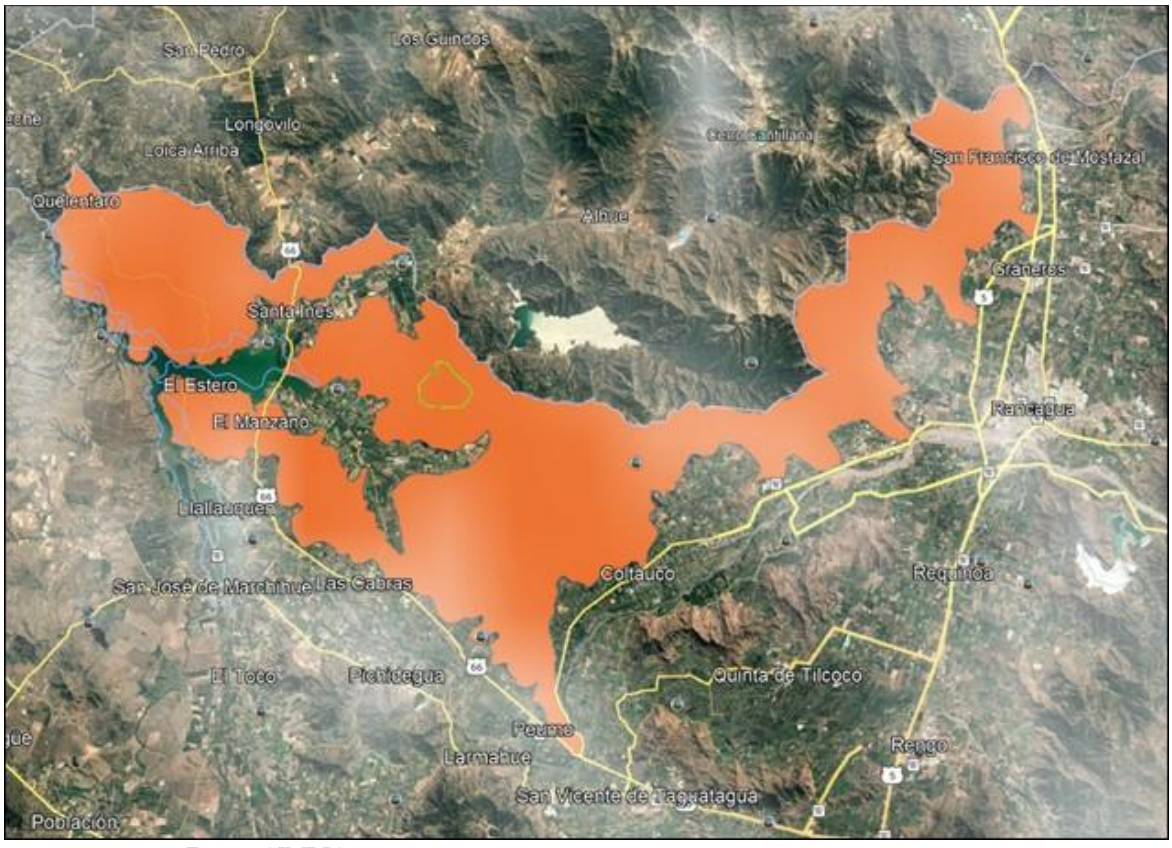
2.5.3.1 Sitio Prioritario La Roblería/Cordillera de la Costa Norte y Cocalán. Código Simbio: SP1-060)

Sitio Prioritario (Ley 19.300 art. 11, letra d) "La Roblería/Cordillera de la Costa Norte y Cocalán", Decreto 40 MMA RSEIA.

Este sitio prioritario se emplaza en el sector norte, esencialmente sobre las formaciones cordilleranas que separan a la Región de O'Higgins con la Región Metropolitana. Con más de 100.000 hectáreas de superficie, los límites propuestos para este sitio prioritario lo

subordinan a las competencias administrativas de ocho comunas. Representa gran parte de la comuna de Las Cabras y parte de Doñihue y se distribuye equitativamente en superficie en las comunas de Peumo, Coltauco, Rancagua, Graneros y Mostazal. La ladera nororiental Cordillera de la Costa y Cocalán de los cerros que limitan con la Región Metropolitana en el sector denominado Altos de Cantillana, dentro del cual está la Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha y que conforma la gran ribera norte del río Cachapoal y el lago Rapel, contienen renovales y matorrales arborescentes, siendo dominantes los de tipo esclerófilos y espinosos. Representa un centro de riqueza de mamíferos, aves acuáticas y reptiles y contiene especies de interés como el Loro tricahue (*Cyanoliseus patagonus*), el Lagarto Gruñidor de valeria (*P. valeriae*) y la Güiña (*O. guigna*). Se destaca como área de descanso y forrajeo de aves, especialmente acuáticas. En total contiene 48 especies amenazadas (un ave, un reptil, dos mamíferos y 44 plantas, ocho de ellas En Peligro, de las cuales una es exclusiva: *Chloraea galeata*. Se encuentra conectado con el sitio prioritario "Precordillera andina norte" a través del "Corredor de Angostura de Paine" y con el sitio "Cordillera de la Costa del Valle Central". Además, forma parte del cordón de Cantillana, identificado como sitio prioritario número uno por la Región Metropolitana (Serey, I. et. al., 2007).

FIGURA N°2.5-17: SITIO PRIORITARIO SITIO PRIORITARIO LA ROBLERÍA/CORDILLERA DE LA COSTA NORTE Y COCALÁN



Fuente: SIMBIO

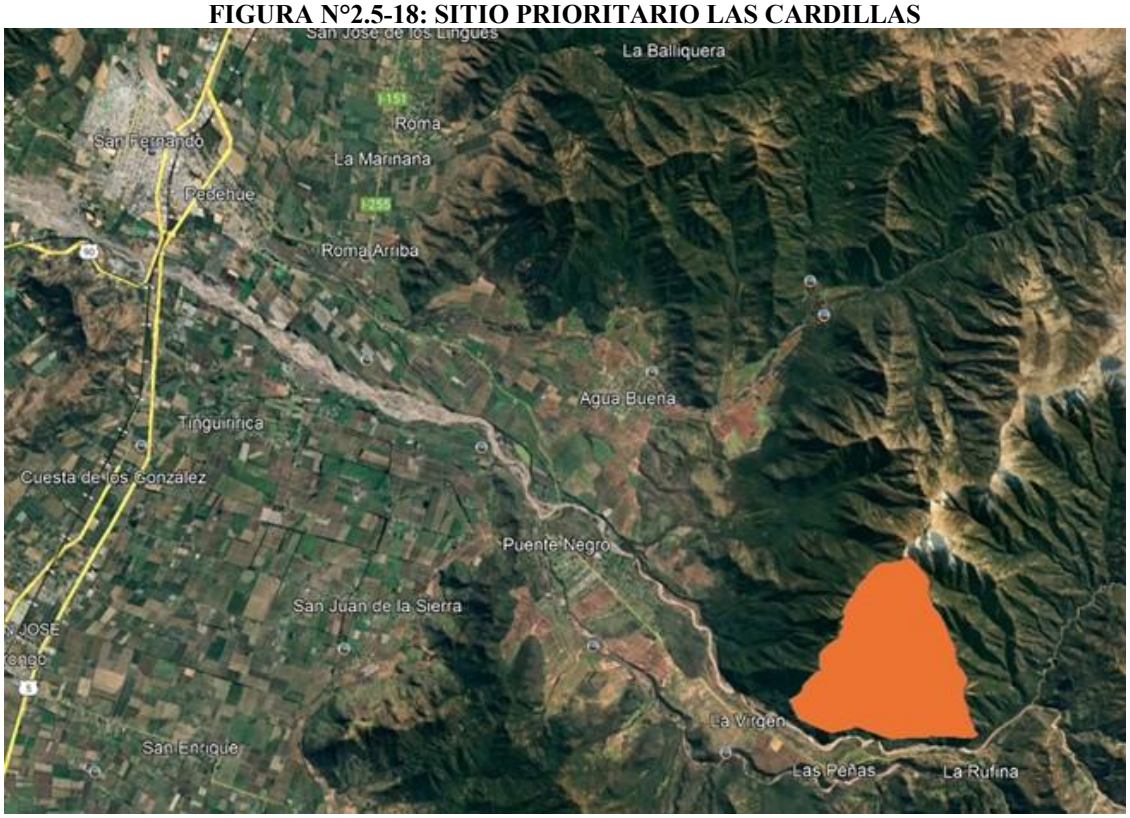
En el extremo poniente se encuentra el Palmar de Cocalán, una población importante de la Palma chilena (Jubaea chilensis) y por otra parte las Roblerías de Cocalán constituyen un área de alto interés para las aves de bosque. Presentaría la potencial presencia de Aguilucho chico (*Buteo albigula*), Concón (*Strix rufipes*), Choroy (*Enicognathus leptorhynchus*) y Peuquito (*Accipiter bicolor*) y de otras especies únicas en categorías de conservación (Serey I. et. al., Biodiversidad de ecosistemas y paisajes a escala regional).

2.5.3.2 Sitio Prioritario Las Cardillas (Código Simbio: SP1-024)

Sitio Prioritario (Ley 19.300 art. 11, letra d) Decreto 40.

El sitio prioritario Las Cardillas se inserta en la zona andina y preandina de la comuna de San Fernando, en donde el carácter morfológico, geológico, tectónico y geomecánico del relieve, resultan ser un escenario propicio para el desarrollo de remociones en masa; extensos macizos rocosos están integrados por una cobertura de rocas volcánicas, que se asientan discordantemente sobre una potente secuencia volcanoclástica, integrada por rocas menos resistentes, susceptibles de experimentar deformaciones plásticas (Cruz, P., 2005).

FIGURA N°2.5-18: SITIO PRIORITARIO LAS CARDILLAS



Fuente: SIMBIO

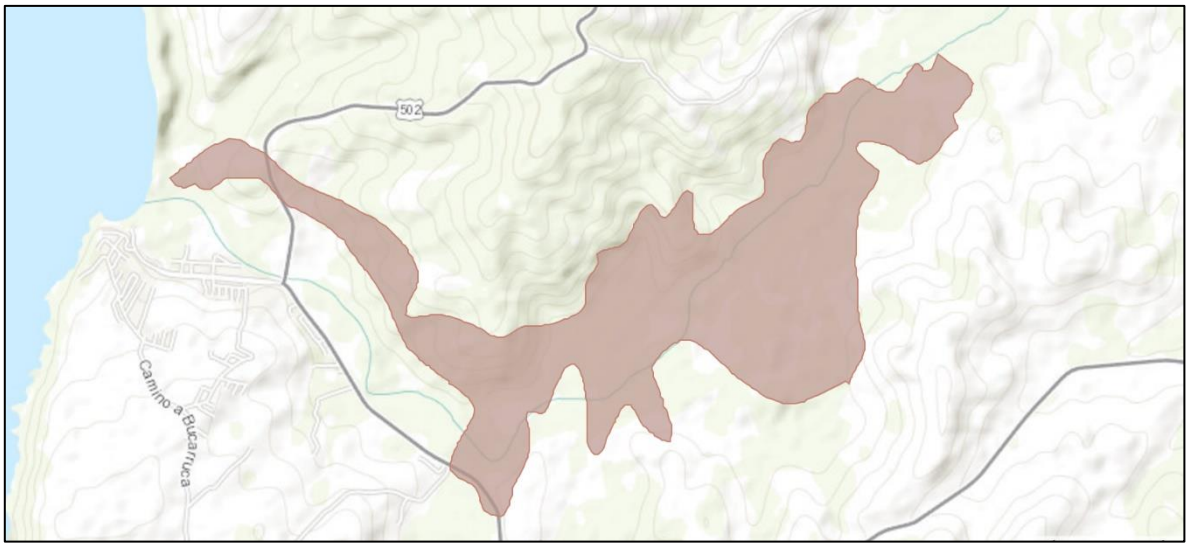
El ecosistema corresponde a laderas bajas andinas de las regiones de O'Higgins, del Maule y norte de la del Biobío, entre 300 y 1.100 m, pisos bioclimáticos mesomediterráneo superior subhúmedo superior y húmedo inferior oceánico

Formación boscosa esclerófila dominada por *Lithraea caustica*, *Cryptocarya alba*, *Peumus boldus*, *Kageneckia oblonga* y *Lomatia hirsuta* en el estrato arbóreo, *Sophora macrocarpa*, *Aristotelia chilensis, Azara petiolaris*, *Escallonia pulverulenta*, *Lomatia dentata* y *Otholobium glandulosum* en el estrato arbustivo, *Nassella chilensis* en la estrata herbácea y las epífitas *Bomarea salsilla* y *Proustia pyrifolia*. En su límite superior contacta con el bosque caducifolio, compartiendo algunas especies en la zona ecoclinal. Las comunidades intrazonales están ubicadas en suelos inundados y cursos de agua. En las partes más bajas de su distribución ha sido reemplazada por áreas de cultivo.

2.5.3.3 Sitio Prioritario Laguna de Bucalemu (Código Simbio SP1-023)

Sitio Prioritario (Ley 19.300 art. 11, letra d) "Laguna de Bucalemu". Humedal costero ubicado en la Provincia de Cardenal Caro comuna de Paredones, generado en la cuenca exorreica del Estero Paredones; el cual alberga varias clases de aves y corresponde al hábitat de peces con problemas de conservación.

FIGURA N°2.5-19: SITIO PRIORITARIO LAGUNA DE BUCALEMU



Fuente: SIMBIO

FIGURA N°2.5-20: SECTOR DEL SITIO PRIORITARIO LAGUNA DE BUCALEMU

Fuente: Imagen Google Earth

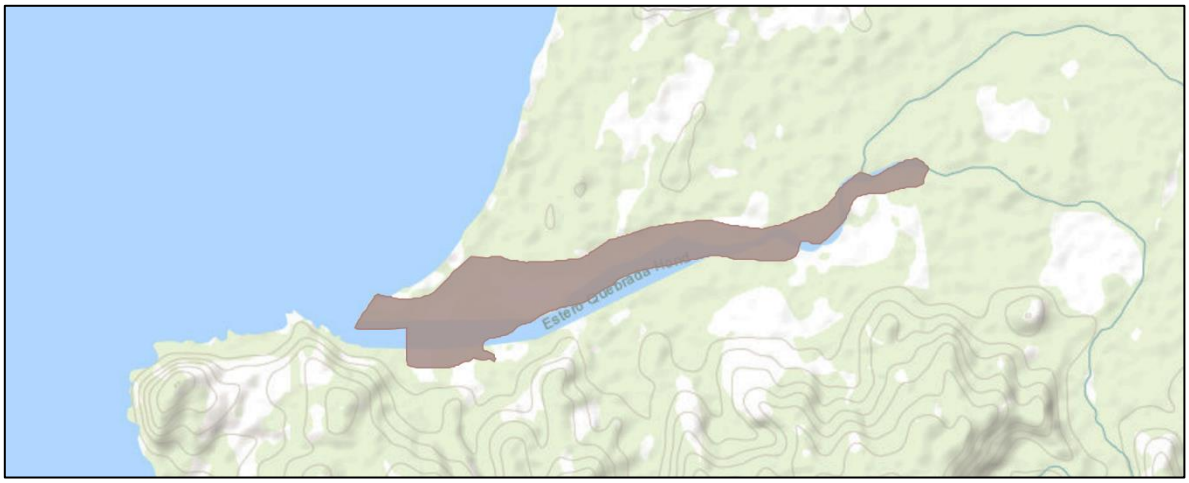
Este humedal costero tipo estuario que conforma un importante hábitat, zona alimentación, descanso y reproducción para numerosas especies de aves acuáticas y costeras, tales como el Flamenco Chileno (*Phoenicopterus chilensis*), Chercán de las Vegas (*Cistothorus platensis*) y muy posiblemente Pidencillo (*Laterallus jamaicensis*). En el sector costero se encuentran varias localidades donde se observaron especies en estados de amenaza, como el Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melanocoryphus*) y el Cisne Coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), además de la presencia de especies silvestres endémicas de reptiles y anfibios. Corresponde también a un área de reproducción de peces y crustáceos marinos. Por tanto, es un ecosistema relevante desde la perspectiva de los servicios ambientales y refugio de fauna (Serey, I. et. al., 2007).

2.5.3.4 Sitio Prioritario Topocalma (Código Simbio SP1-023)

El Sitio Prioritario Topocalma es un humedal costero tipo estuario situado en la comuna de Litueche, provincia de Cardenal Caro; que conforma el hábitat de varias especies, zona de descanso, alimentación y de reproducción de aves (Serey, I. et. al., 2007).

Coincide con el Humedal Topocalma (HUR-06-80). En la playa de Topocalma, se encuentra este humedal que se caracteriza por alojar una gran cantidad de aves como el pájaro perrito, garza boyera, garza chica y taguas.

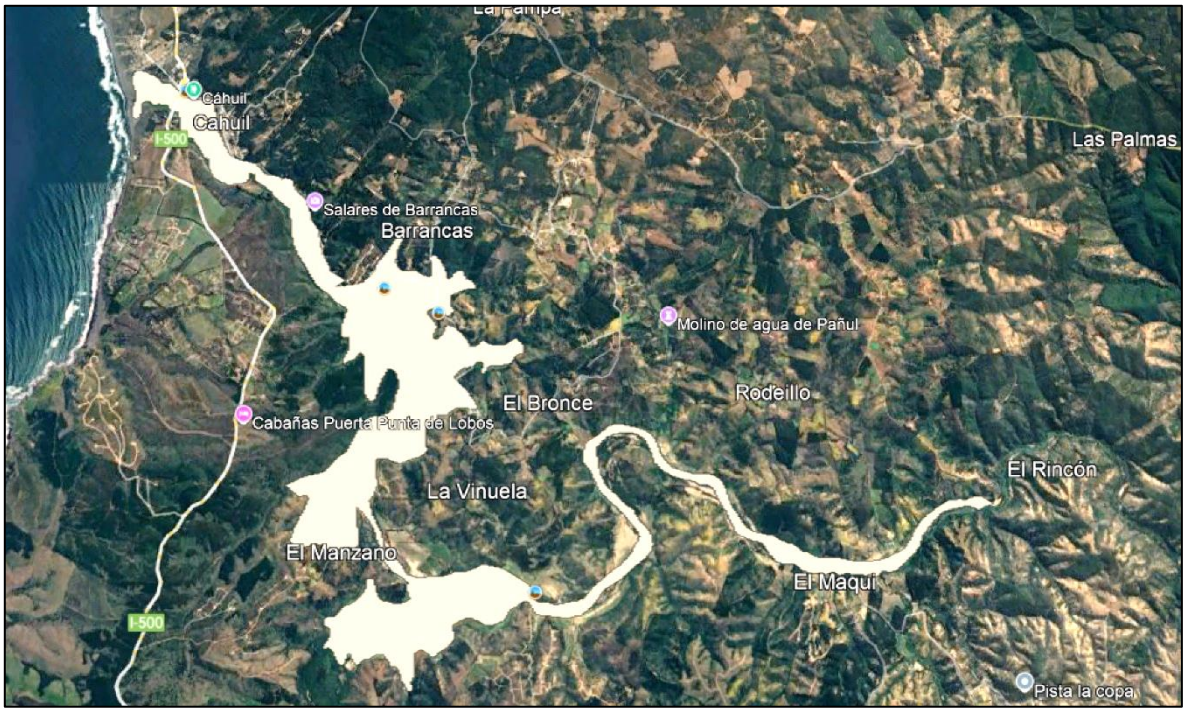
FIGURA N°2.5-21: SITIO PRIORITARIO TOPOCALMA



2.5.3.5 Sitio Prioritario Humedal Laguna Cahuil (Estrategia Regional de Biodiversidad (Código Simbio SP2-194) No hay normativa asociada,

El humedal Laguna de Cáhuil se ubica en la comuna de Pichilemu, a unos 15 kilómetros al sur del centro de la ciudad, emplazado en la localidad de Cáhuil, un poblado rural donde destaca la actividad ancestral de extracción de sal de mar, así como la producción de ostras y choro zapatos. Es un humedal es de aguas mixtas, ya que nace en la desembocadura del estero Nilahue y por el oeste se mezcla con el mar por la apertura de la boca hacia el océano pacífico. En cuanto a la flora y vegetación del humedal, se observan 88 diferentes tipos de especies entre árboles, arbustos y hierbas, de las cuales 48 corresponden a especies nativas. El humedal de Cáhuil es de gran importancia para la biodiversidad de fauna, especialmente para las aves acuáticas de la región. En éste se tiene registro de 61 especies nativas en distintos estados de conservación, ocurriendo nidificación de cisnes (*Cygnus melanocoryphus y Coscoroba coscoroba*). Se encuentra también el Pingüino de Humboldt, catalogado como Vulnerable y el aguilucho de masafuera en categoría En peligro (GEF-Humedales).

FIGURA N°2.5-22: SITIO PRIORITARIO HUMEDAL LAGUNA CAHUIL



Fuente: SIMBIO

El Humedal Cáhuil, es uno de los cinco ecosistemas pilotos seleccionados para el desarrollo del proyecto GEF Humedales Costeros. El humedal Cáhuil consiste en la laguna terminal de la desembocadura del estero Nilahue, que conecta estacionalmente con el Océano Pacífico en su extremo sur oriente. Este humedal tiene un alto valor ecológico y social, con presencia de variadas funciones y servicios ecosistémicos que sustentan la economía local. Las actividades de la comunidad se centran en la extracción de sal, el turismo y la extracción de recursos marinos

Se caracteriza por su patrimonio biocultural; por su gran diversidad de aves y sitios de nidificación de especies acuáticas migratorias y residentes, por ejemplo: Cisne de Cuello Negro, Cisne Coscoroba, Cuervo de Pantano, entre otras. Como también actividades productivas transformadas hoy en día patrimonio cultural de Chile, como es el caso de los salineros de Cáhuil. En torno a este ecosistema, existen variadas actividades económicas como: pesca artesanal, cultivo de ostras, mariscadores, recolectores de alga, turismo en sus diversas formas como las/os boteras/os, kayak, y circuitos turísticos incorporando la gran diversidad de paisajes y cultura. No obstante, el atractivo más característico de la localidad es el oficio de los salineros. Esta actividad se realiza desde épocas prehispánicas, aproximando el territorio a una cultura inmaterial y material de la sal, denominada «triada patrimonial» de la actividad salinera en la zona: patrimonio natural (es decir, geográfico y paisajístico); patrimonio cultural inmaterial (prácticas y técnicas de extracción tradicionales);

y patrimonio cultural material (herramientas salineras) (Marius-Tiberiu 2017). En el año 2011 el Estado de Chile entregó el reconocimiento de Tesoros Humanos Vivos a un grupo de cultores agrupados en la Cooperativa Campesina de Salineros Cáhuil, Barrancas y la Villa, por sostener y desarrollar un modelo sustentable de cultivo de sal que es resultado de la cooperación entre el ser humano y la naturaleza (Ministerio de Cultura y las Artes 2011).

2.5.4 Zona de Interés Turístico (ZOIT)

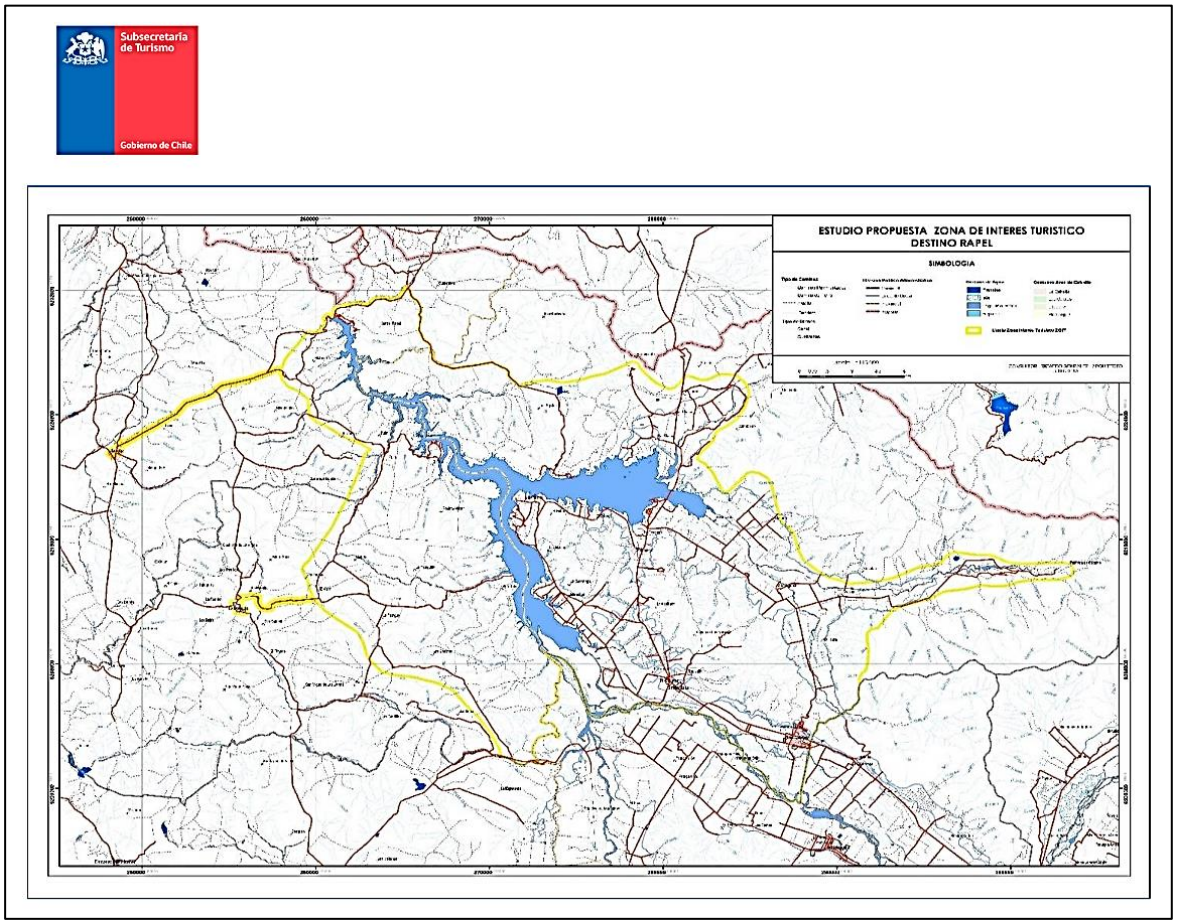
2.5.4.1 Zona de Interés Turístico Rapel

El Lago Rapel fue declarado Zona de Interés Turístico (ZOIT) el año 2014, y su desarrollo se estructuró en torno al embalse Rapel, por lo tanto, la oferta de turística principalmente dice relación con actividades de navegación, baño en el lago y piscinas, recreación y deporte, asistencia a fiestas costumbristas, entre otras. Lago Rapel, en conjunto con la Central Hidroeléctrica, El Manzano, el Parque Nacional Las Palmas de Cocalán y el sector de Las Balsas, comprenden una oferta turística orientada al descanso y la recreación, mayoritariamente al turista nacional. La oferta de servicios turísticos de alojamiento y gastronomía se concentra mayoritariamente en el extremo sureste del embalse correspondiente a la comuna de Las Cabras. También cuenta con un importante desarrollo inmobiliario de segunda residencia, el que se concentra en la ribera suroeste y noroeste del embalse. Este destino ZOIT tiene como propósito dirigir, consolidar y diversificar su oferta, mediante el mejoramiento de la calidad de los servicios turísticos y el diseño de nuevos productos y circuitos, el mejoramiento del equipamiento y la infraestructura de apoyo a la actividad y sus centros turísticos más importantes son, la localidad de Las Cabras, Litueche y La Estrella.

La ZOIT Lago Rapel fue creada mediante DTO Exento N° 126 del 07.03.2014 (Ministerio de Economía Fomento y Turismo). Se designa como Entidad Gestora a la Corporación de Desarrollo y Protección del Lago Rapel – CODEPRA, entidad sin fines de lucro que deberá gestionar la ejecución del Plan de Acción de la ZOIT Lago Rapel. Espacialmente corresponde al entorno del Lago Rapel e involucra territorio de las Comunas de Las Cabras, La Estrella y Litueche. Gobernanza Público-Privado de la ZOIT Lago Rapel: Con fecha 23 de enero de 2015, se constituyó el Comité Ejecutivo de la ZOIT Lago Rapel, con el objetivo de coordinar y articular acciones para la ejecución del Plan de Acción de la ZOIT. Este Comité o Gobernanza lo conforma, por el Sector Público: el SEREMI de Economía (presidente), los alcaldes de los Municipios de Las Cabras, La Estrella y Litueche, el director regional de SERNATUR (Secretaría Técnica) y el jefe de la DIPLADE del Gobierno Regional de O'Higgins: Por el Sector Privado la CODEPRA y la Cámara de Turismo de Lago Rapel. El

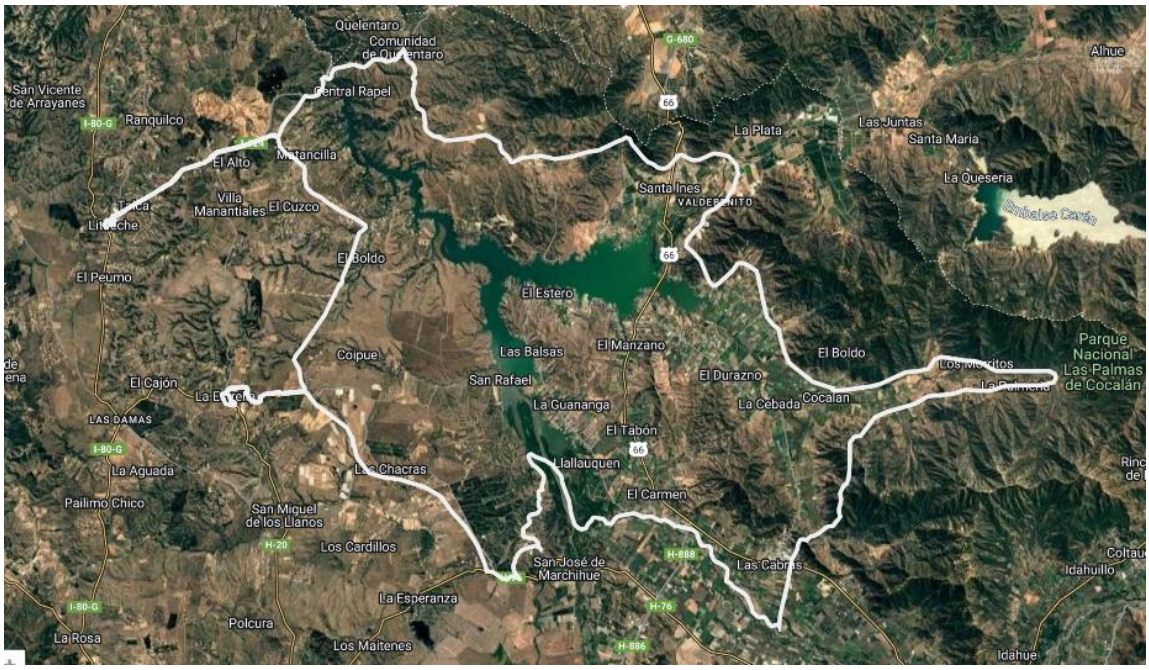
Comité Ejecutivo se reunió periódicamente durante los años 2015, 2016 y 2017. El DTO SUPREMO N° 30 de 2016, fija el procedimiento para la declaración de una ZOIT, reemplazando el Decreto N° 172 del 2012. Para cumplir con el nuevo Reglamento de la ZOIT, durante el año 2017, con fondos proporcionados por la SUBDERE, se realizó una consultoría para su actualización, haciendo de cabeza el Municipio de Las Cabras. La Gobernanza de la ZOIT (Mesa Público Privada), se conformó en base al actual Comité Ejecutivo de la ZOIT, actualizándose también su Plan de Acción. El proceso de actualización de la ZOIT Lago Rapel concluyó con la revisión del Plan de Acción y su aprobación del Comité de Ministros del Turismo, sesión ordinaria N° 17, del 31 de enero de 2018. La adecuación del Plan de Acción de la ZOIT Lago Rapel, se oficializó mediante la dictación del DTO N° 100, del 23 de febrero de 2018. Presenta una prórroga 2022-2025.

FIGURA N°2.5-23: ZONA DE INTERÉS TURÍSTICO RAPEL



Fuente SERNATUR

FIGURA N°2.5-24: ZONA DE INTERÉS TURÍSTICO RAPEL SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH



Fuente: Subsecretaria de Turismo.

2.5.5 Zonas Típicas

Según el Consejo de Monumentos (dependiente del nuevo Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio) las Zonas Típicas (ZT) son agrupaciones de bienes inmuebles urbanos o rurales, que constituyen una unidad de asentamiento representativo de la evolución de la comunidad humana y que destacan por su unidad estilística, su materialidad o técnicas constructivas. Debido a ello, reciben una protección especial que impide que cambien su identidad o se destruyan.

Zonas Típicas

LOLOL

1. Centro Histórico de Lolol. (2003)

MACHALÍ

2. Población Errázuriz de Coya. (2012)
3. Campamento Sewell. (1998)

PALMILLA

4. Entorno de la Casa Patronal Hacienda San José del Carmen El Huique. (1996)

PAREDONES

5. Pueblo de San Pedro de Alcántara. (1974)

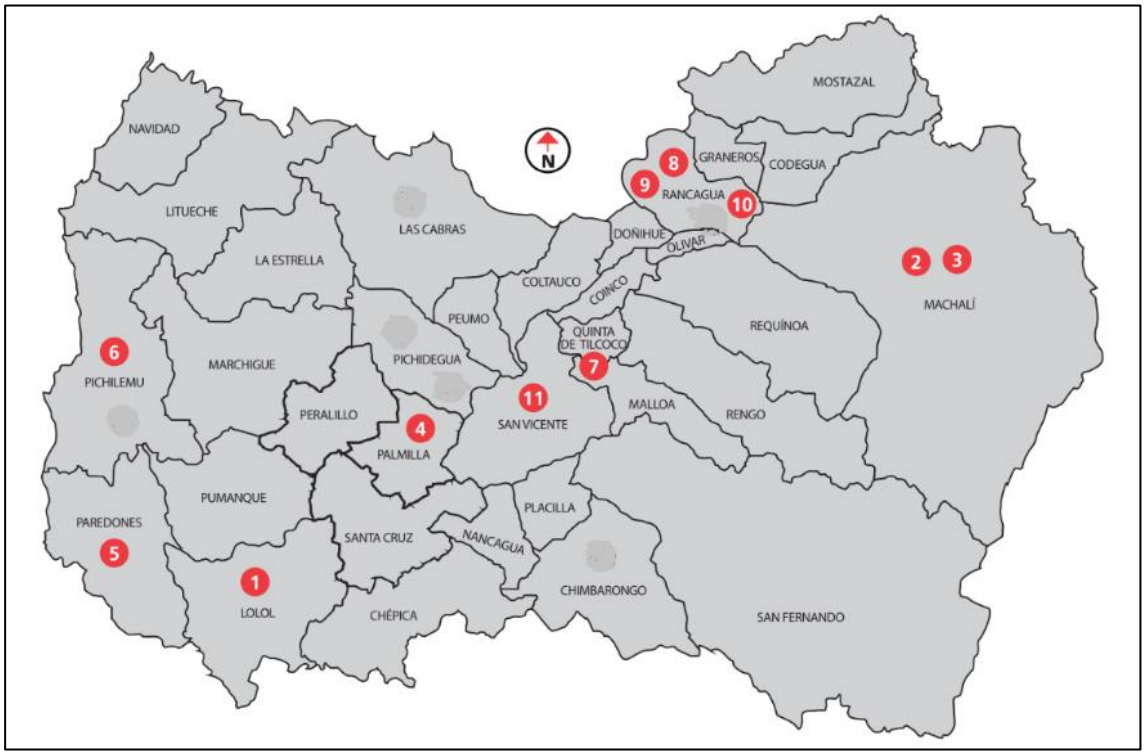
PICHILEMU

6. Sector de Pichilemu. (2004)

QUINTA DE TILCOCO

7. Plaza de Guacarhue. (1991)
   RANCAGUA
8. Plaza Los Héroes y su entorno. (1998)
9. Plazuela del Instituto O´Higgins o Plaza Santa Cruz de Triana. (1980)
10. Entorno Iglesia de La Merced. (1974).
    SAN VICENTE
11. Pueblo de Zúñiga. (2005)

FIGURA N°2.5-24: LOCALIZACIÓN DE ZONAS TÍPICAS – REGIÓN DE O'HIGGINS



Fuente: CMN

2.5.6 Monumentos Históricos

A continuación, se entrega la nómina de Monumentos Históricos (MH) registrados en la Región de O'Higgins según provincia y comuna.

Según el Consejo de Monumentos Nacionales de Chile, "Son Monumentos Históricos los lugares, ruinas, construcciones y objetos de propiedad fiscal, municipal o particular que por su calidad e interés histórico o artístico o por su antigüedad, se han declarados como tales por decreto supremo, dictado a solicitud y previo acuerdo del Consejo."

Estos bienes son declarados MH por decreto supremo del Ministerio de Educación, generalmente en respuesta a una solicitud de personas, comunidades u organizaciones, previo acuerdo del CMN.

Los Monumentos Nacionales corresponden a bienes patrimoniales que cuentan con protección oficial, ya sea mediante un procedimiento establecido o por el solo ministerio de la ley. En efecto, el artículo 1° de la Ley N° 17.288 establece que son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado:

En el caso de Monumentos Históricos con relación área de influencia del proyecto o actividad se debe verificar la ausencia o presencia de Monumentos Históricos.

CUADRO N°2.5-3: NÓMINA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS DE LA REGIÓN DE O´HIGGINS

Categoría	Denominación Oficial	Provincia	Comuna
MH	Iglesia de La Merced de Rancagua	Cachapoal	Rancagua
MH	Sitio donde se conservan huellas de animales extinguidos en el lugar denominado "Termas del Flaco"	Colchagua	San Fernando
MH	Casa Patronal, Capilla y dependencias contiguas de la Hacienda San José del Carmen El Huique	Colchagua	Palmilla
MH	Iglesia San Pedro de Alcántara	Cardenal Caro	Paredones
MH	Inmueble ubicado en calle Estado N°685	Cachapoal	Rancagua
MH	Inmueble ubicado en calle Estado N°684-682 (Casa del Pilar de Piedra)	Cachapoal	Rancagua
MH	Casa patronal del Fundo de Nilcunlauta	Colchagua	San Fernando
MH	Edificio de la Estación de los ferrocarriles del Estado de la ciudad de San Francisco de Mostazal	Cachapoal	Mostazal
MH	Casa ubicada en calle Millán s/n°, esquina de Avenida Cachapoal	Cachapoal	Rancagua
MH	Iglesia de San Francisco y patio	Colchagua	San Fernando
MH	Capilla de las Hijas de la Caridad de San Vicente de Paul	Colchagua	San Fernando
MH	Colecciones de todos los museos dependientes de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos	Cachapoal	Rancagua
MH	Edificio del antiguo casino de Pichilemu y los jardines del Parque Agustín Ross	Cardenal Caro	Pichilemu
MH	Casa Hodgkinson	Cachapoal	Graneros
MH	Iglesia de Guacarhue	Cachapoal	Quinta de Tilcoco
MH	Pukará del Cerro La Compañía	Cachapoal	Codegua
MH	Bienes que se indican del Ramal Ferroviario San Fernando a Pichilemu: Estación Placilla	Colchagua	Placilla
MH	Bienes que se indican del Ramal Ferroviario San Fernando a Pichilemu: Estación de Colchagua	Colchagua	Palmilla

Categoría	Denominación Oficial	Provincia	Comuna
MH	Bienes que se indican del Ramal Ferroviario San Fernando a Pichilemu: Túnel el Árbol	Cardenal Caro	Pichilemu
MH	Bienes que se indican del Ramal Ferroviario San Fernando a Pichilemu: Caballo de agua que se encuentra en la Estación El Lingue	Cardenal Caro	Pichilemu
MH	El Recinto de la Estación de los Ferrocarriles de Pichilemu	Cardenal Caro	Pichilemu
MH	Edificio de la Gobernación Provincial de Cachapoal	Cachapoal	Rancagua
MH	Casas patronales del fundo Los Perales	Cachapoal	Requínoa
MH	Casas patronales del fundo Los Perales	Cachapoal	Requínoa
MH	Casas patronales del fundo Los Perales	Cachapoal	Requínoa
MH	Casas patronales del fundo Los Perales	Cachapoal	Requínoa
MH	Casas patronales del fundo Los Perales	Cachapoal	Requínoa
MH	Casas patronales del fundo Los Perales	Cachapoal	Requínoa
MH	Casas patronales del fundo Los Perales	Cachapoal	Requínoa
MH	Liceo "Neandro Schilling"	Colchagua	San Fernando
MH	Locomotora a vapor N° 607 tipo 57 y su Tender	Colchagua	San Fernando
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	17 Azudas de Larmahue	Cachapoal	Pichidegua
MH	Parroquia Nuestra Señora de la Merced	Cachapoal	San Vicente
MH	Casa Parroquial Nuestra Señora de la Merced	Cachapoal	San Vicente
MH	Casa Guillermo Cáceres	Cachapoal	San Vicente
MH	Casa Carmen Galafe	Cachapoal	San Vicente
MH	Escuela básica de Peralillo	Colchagua	Peralillo
MH	Iglesia de Nuestra Señora de la Merced de Codegua	Cachapoal	Codegua

Categoría	Denominación Oficial	Provincia	Comuna
MH	Parroquia San Nicodemo de Coinco	Cachapoal	Coinco
MH	Sitio de Memoria Ex Cárcel Pública de San Fernando	Colchagua	San Fernando
MH	Casona Agustín Echenique	Colchagua	Peralillo
MH	Tubería de madera de Pangal	Cachapoal	Machalí
MH	Estación de Ferrocarriles de Peumo	Cachapoal	Peumo
MH	Estación de Chimbarongo	Colchagua	Chimbarongo
MH	Hospital mercedes de Chimbarongo	Colchagua	Chimbarongo
MH	Patrimonio Subacuático		

En la Región de O´Higgins se tienen en total 62 monumentos[3] en la nómina 2023 y aún no se han categorizado las 2 últimas declaratorias, como barrio Trénova y el Sitio de la Memoria en Ibieta 162, actual CUT, ambos dentro del radio urbano de la comuna de Rancagua. Se destaca que la mayor parte de los monumentos históricos están en zonas urbanas, por lo que tienen menor incidencia en el presente estudio.

2.5.7 Riesgos Naturales

El diagnóstico que a continuación se presenta dice relación con las amenazas naturales a las cuales se puede ver sometido el territorio en estudio, tales como: amenazas geomorfológicas, climáticas, hidrológicas, bióticas, entre otras. Analizando las que pudieran mermar las posibilidades de desarrollar distintas estrategias de conectividad vial binacional.

La diversa geografía de Chile es producto de procesos geodinámicos tanto internos (endógenos) como externos (exógenos) de la tierra. Los procesos endógenos están determinados por la subducción de las placas Nazca y Antártica por debajo de la Sudamericana a lo largo de toda la línea de costa, lo que produce una gran actividad sísmica y volcánica. El resultado directo de la subducción son áreas montañosas que componen un 80% del paisaje. Esto reviste especial importancia pues las características orográficas constituyen factores de base de la mayoría de las amenazas naturales de nuestro país.
Por otra parte, los procesos exógenos están determinados por la diferencia latitudinal, la exposición de las grandes vertientes estructurales de la cordillera de Los Andes y de La Costa, el Fenómeno del Niño, la corriente de Humboldt y el anticiclón del Pacífico, los cuales se combinan originando una complejidad climática que tiene una incidencia significativa en la generación de las catástrofes naturales que ocurren en Chile.

Finalmente se destaca la importancia que puede tener el deshielo, especialmente en años excepcionalmente nivosos, en el desencadenamiento de movimientos en masa en la alta

[3] 77 en total ya que las Azudas de Larmahue son señaladas individualmente.

montaña y cursos de agua de la región. Adquiere relevancia la evaluación de los procesos geomorfológicos que puedan desencadenarse en la media y alta montaña de la región semiárida de Chile debido a factores meteorológicos, considerando que las modelaciones climáticas indican un probable aumento de las precipitaciones y un incremento de la temperatura en la región durante el presente siglo.

Los movimientos en masa son fenómenos comunes en diferentes contextos morfoclimáticos, especialmente en aquellas áreas de montaña afectadas recientemente por glaciaciones y deglaciaciones. El retroceso glaciar, en este caso glaciares de roca, la desaparición de campos de nieve perenne y cambios en los regímenes de fusión nival generan importantes alteraciones en las condiciones térmicas, hidráulicas y mecánicas del sustrato haciendo a estas áreas más propensas a generar desprendimientos u otro tipo de procesos gravitacionales.

La génesis de los movimientos en masa varía caso a caso, sin embargo, en Los Andes centrales de Chile y Argentina parte importante de estos fenómenos han estado asociados a áreas con actividad sísmica poco profunda, a años húmedos relacionados con el fenómeno de El Niño, a altas tasas de fusión nival en la época estival.

Un aumento de la temperatura podría implicar la caída de precipitaciones líquidas en cotas más altas que las actuales en zonas donde existe una gran cantidad de detritos poco cohesionados o laderas inestables en cuencas susceptibles de generar flujos detríticos. Elementos importantes de considerar en la planificación territorial de las cuencas de alta montaña sobre todo si se tiene en cuenta la presencia de una ruta internacional, actividades turísticas y emprendimientos mineros enmarcados en el cordón andino de la región.

a) Inundaciones por Tsunamis

Los principales mecanismos generadores de tsunamis son las dislocaciones en el fondo del mar producidas por terremotos de magnitudes superiores a los 6,5 grados en la escala de Richter, umbral que provoca súbitos levantamientos o hundimientos de la corteza, con el consiguiente desplazamiento de la columna de agua.

Los tsunamis constituyen uno de los fenómenos naturales cuyas características los hacen altamente destructivos, afectando a la mayoría de los países costeros, especialmente a los ubicados en el Cinturón de Fuego del Pacifico, debido a que esta zona es donde se registra el mayor número de sismos en el mundo. En el caso de Chile, gran parte del territorio continental yace sobre la zona de subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, lo que da lugar al acumulamiento de energía produciendo actividad sísmica y como resultado, la eventual generación de terremotos y tsunamis, por lo que está constantemente expuesto a este tipo de amenaza. Por lo general, los desastres son a causa de

una amenaza natural y la severidad de éstos depende de los efectos que genere esta amenaza en la sociedad y en el medio ambiente. La reducción del riesgo de desastres (RRD) busca reducir los daños ocasionados por las amenazas naturales, tales como terremotos y tsunamis, entre otros, a través de la prevención, la reducción del grado de exposición, la disminución de la vulnerabilidad, tanto de las personas como de sus propiedades, una adecuada gestión de los suelos y del medio ambiente, así como una mejor preparación y eficientes sistemas de alerta temprana para enfrentar eventos adversos. En el ámbito de la prevención, preparación y mitigación del impacto de los tsunamis, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) desde el año 1997 elabora las Cartas de Inundación por Tsunami (CITSU) para la costa de Chile, herramientas que permiten definir los niveles de inundación máximos esperados para las principales zonas urbanas y portuarias del borde costero de Chile, ante la ocurrencia de eventos sísmicos tsunamigénicos de campo cercano o generados por deslizamientos. En este contexto, la costa de la Región de O´Higgins ha sufrido eventos de tsunamis importantes.

- **Inundación por Tsunami Pichilemu**

Las características físicas naturales del territorio donde se emplaza la localidad de Pichilemu sumado a la densidad poblacional y uso de su borde costero, plantean la necesidad de evaluar adecuadamente la amenaza de tsunami a la que se encuentra sometida.

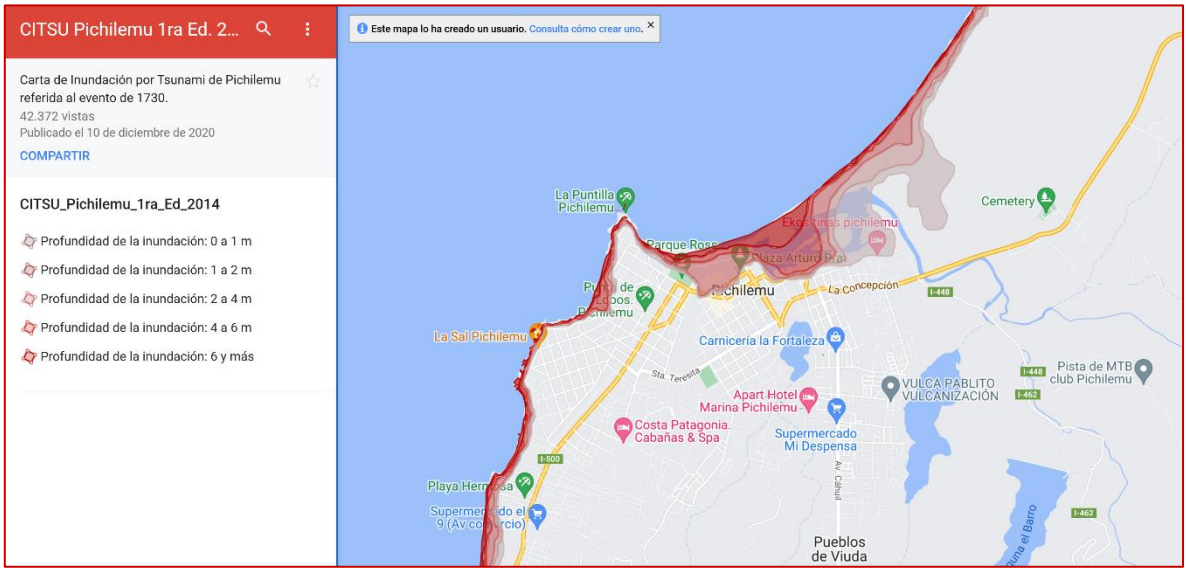
El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), ha elaborado una nueva carta que define las áreas que potencialmente podrían inundarse en caso de que ocurriera un tsunami de gran tamaño. Dicha información se obtuvo mediante la aplicación de una metodología de simulación numérica, considerada hoy como una de las técnicas más confiables para el estudio de estos fenómenos (Wong et al., 2006). Este método utiliza básicamente datos topográficos y batimétricos junto con información sísmica, todo ello integrado a un modelo numérico de simulación.

Para obtener el resultado de la inundación, los parámetros sísmicos utilizados en el modelo fueron los del terremoto del 8 de julio de 1730, y por lo tanto, representa un "evento extremo conocido" para la zona.

Importante es señalar que, en el caso de ocurrir un tsunami, los niveles de inundación señalados por la carta de Pichilemu podrían ser diferentes, dependiendo de las características del terremoto que lo genere. La carta se basa en un modelo numérico, es decir, en una representación de la realidad en base a cálculos matemáticos del evento extremo conocido.

Otros sectores de la Región de O´Higgins no cuentan con la modelación realizada para la ciudad costera de Pichilemu, solo existen cartas de evacuación en caso de tsunami.

FIGURA N°2.5-25: MODELACIÓN DE INUNDACIÓN POR TSUNAMI SECTOR COSTA DE PICHILEMU.

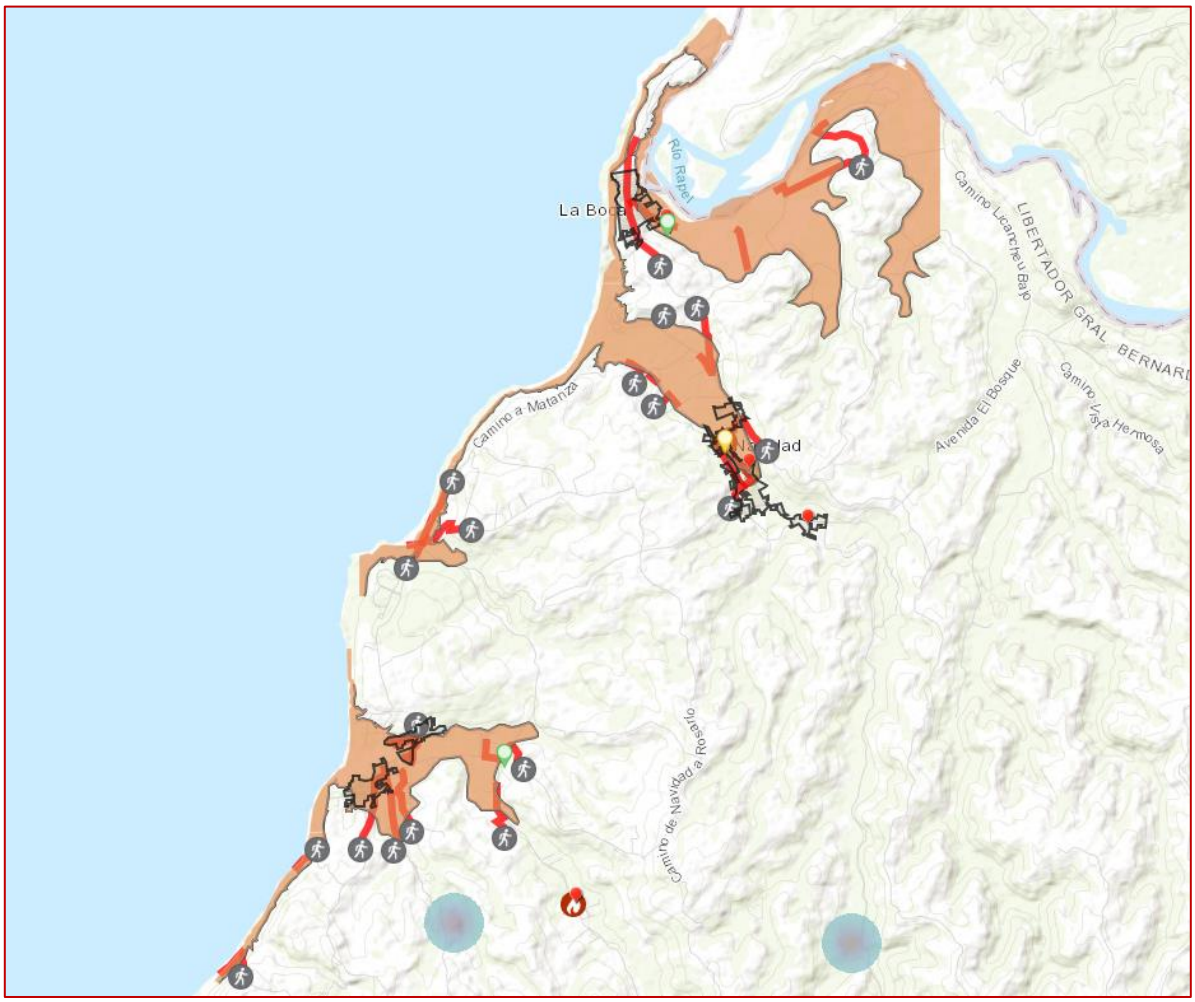


Fuente: SHOA-CITSU (Cartas de Inundación por Tsunami)

Véase en Anexo Cartografía Temática Ambiental con información detallada de Pichilemu según Carta de Inundación SHOA-CITSU.

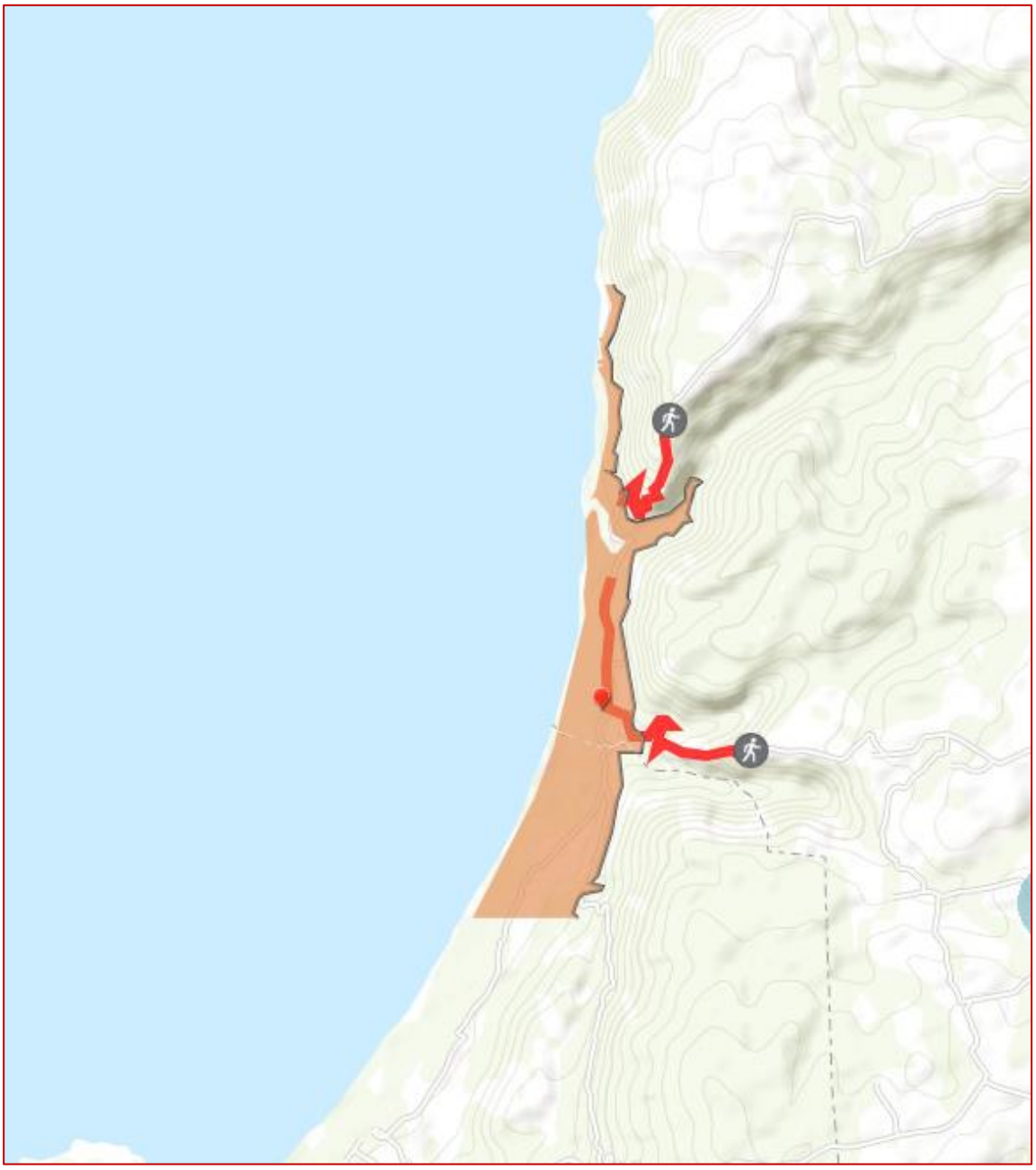
Otros sectores de la Región de O´Higgins no cuentan con la modelación realizada para la ciudad costera de Pichilemu, solo existen cartas de evacuación en caso de tsunami, como las que a continuación se exponen.

FIGURA N°2.5-26: ÁREA DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI, SECTOR NAVIDAD, LA BOCA Y MATANZA



Fuente: https://emergenciaydesastres.mineduc.cl/mapa-de-riesgo/#

FIGURA N°2.5-27: ÁREA DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI, SECTOR BUCALEMU



Fuente: https://emergenciaydesastres.mineduc.cl/mapa-de-riesgo/#

FIGURA N°2.5-28: ÁREA DE EVACUACIÓN EN CASO DE TSUNAMI, SECTOR TOPOCALMA

Fuente: https://emergenciaydesastres.mineduc.cl/mapa-de-riesgo/#

b) **Peligro de inundación terrestres y remoción en masa**

Se presenta en todos los sectores de la región, dado que los procesos exógenos están determinados por la diferencia latitudinal, la exposición de las grandes vertientes estructurales de la cordillera de Los Andes y de La Costa, el Fenómeno del Niño, la corriente de Humboldt y el anticiclón del Pacífico, los cuales se combinan originando una complejidad climática que tiene una incidencia significativa en la generación de las catástrofes naturales que ocurren en Chile.

Destaca la importancia que puede tener el deshielo, especialmente en años excepcionalmente nivosos, en el desencadenamiento de movimientos en masa en la alta montaña y cursos de agua de la región. Adquiere relevancia la evaluación de los procesos geomorfológicos que puedan desencadenarse en la media y alta montaña debido a factores meteorológicos, considerando que las modelaciones climáticas indican un probable aumento de las precipitaciones y un incremento de la temperatura en la región durante el presente siglo.

Los movimientos en masa son fenómenos comunes en diferentes contextos morfoclimáticos, especialmente en aquellas áreas de montaña fueron afectadas por glaciaciones y deglaciaciones. El retroceso glaciar, en este caso glaciares de roca, la desaparición de campos de nieve perenne y cambios en los regímenes de fusión nival generan importantes alteraciones en las condiciones térmicas, hidráulicas y mecánicas del sustrato haciendo a estas áreas más propensas a generar desprendimientos u otro tipo de procesos gravitacionales.

La génesis de los movimientos en masa varía caso a caso, sin embargo, en Los Andes Centrales de Chile y Argentina parte importante de estos fenómenos han estado asociados a áreas con actividad sísmica poco profunda, a años húmedos relacionados con el fenómeno de El Niño, a altas tasas de fusión nival en la época estival.

Un aumento de la temperatura podría implicar la caída de precipitaciones líquidas en cotas más altas que las actuales en zonas donde existe una gran cantidad de detritos poco cohesionados o laderas inestables en cuencas susceptibles de generar flujos detríticos. Elementos importantes de considerar en la planificación territorial de las cuencas de alta montaña sobre todo si se tiene en cuenta la presencia de una ruta internacional, actividades turísticas y emprendimientos mineros enmarcados en el cordón andino de la región.

c) Peligro de Volcanismo

El volcán Tinguiririca corresponde a una fisura volcánica, conformada por una decena de cráteres recientes, alineados en dirección norte-sur. Sus productos corresponden a lavas y depósitos de flujos piroclásticos, variando composicionalmente desde andesita a dacitas. Registro eruptivo De su actividad histórica se posee un registro muy pobre. Algunas crónicas mencionan actividad eruptiva en 1779 y 1830, además de la última erupción que habría ocurrido en 1917, momento a partir del cual ha presentado una constante actividad fumarólico en la muralla NW del cráter de la cima del Tinguiririca.

Región: O'Higgins P
Provincia: Colchagua
Comuna: San Fernando Coordenadas: 34°49'S – 70°20'W
Poblados más cercanos: Termas del Flaco
Tipo: Grupo volcánico Altura: m s.n.m.
Diámetro basal: 5,8 km
Área basal: 26,6 km2
Volumen estimado: 36,9 km3
Última actividad: 1917
Última erupción mayor: - Ranking de riesgo específico: 33 (moderado)

Según SERNAGEOMIN, no se ha elaborado información cartográfica para este volcán.

Un escenario de reactivación de este centro volcánico podría incluir emisión de coladas de lavas y flujos piroclásticos, donde la zona de mayor peligro sería el valle del río del Azufre. Potenciales lahares podrían ocasionarse por fusión de hielos, afectado a zonas aledañas al río del Azufre, tributario del río Tinguirica. Frente a la caída de piroclastos, la dispersión preferentemente hacia Argentina no afectaría de manera considerable el territorio chileno, salvo los meses de otoño, donde la dispersión podría varia hacia el valle central.

2.6 Planes y Estudios Existentes

2.6.1 Planes de Desarrollo de Infraestructura

2.6.1.1 Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021

El Plan Regional de Infraestructura y Recursos Hídricos es un instrumento de planificación de mediano plazo, con un horizonte estimado de 10 años que recoge los lineamientos estratégicos del Ministerio de Obras Públicas y se basa en un diagnóstico territorial vinculado a la estrategia regional de desarrollo. Este documento fue actualizado al 2012 y se realizará un extracto de sus antecedentes aplicables a la Región de O'Higgins.

El documento realiza un análisis territorial de la Región de O'Higgins, determina brechas en infraestructura, genera una cartera de proyectos y analiza la disponibilidad y gestión de los recursos hídricos. Se definen, desde el punto de vista territorial**,** siete unidades territoriales homogéneas para las que se han definido vocaciones, objetivos, potencialidades y necesidades.

- UDE 1 (Navidad, Litueche y La Estrella)
- UDE 2 (Pichilemu, Paredones y Marchigüe)
- UDE 3 (San Vicente de Tagua Tagua, Peumo, Pichidegua y Las Cabras)
- UDE 4 (Santa Cruz, Peralillo, Pumanque, Palmilla, Lolol, Nancagua y Chépica)
- UDE 5 (Rancagua, Machalí, Mostazal, Codegua, Graneros, Doñihue, El Olivar y Coltauco)
- UDE 6 (Rengo, Requínoa, Malloa, Coinco y Quinta de Tilcoco)
- UDE 7 (San Fernando, Chimbarongo y Placilla)

FIGURA N° 2.6-1: UNIDADES TERRITORIALES HOMOGÉNEAS DEFINIDAS EN PRIGRH O'HIGGINS

Fuente: Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, MOP 2012

En el ámbito vial, los proyectos contemplados en el Plan por unidad territorial son[4]:

Construcción camino acceso a Puertecillo, Navidad **(Diseño Terminado)**
192 Construcción puente Alonso Morales y accesos Ruta I-158 **(Ejecutado)**
114 Mejoramiento CBI Ruta I-120 km 0.0 al 14.7, La Estrella y Litueche **(Ejecutado)**
200 Mejoramiento Ruta I-150-H; I-158 La Estrella - Coipué - San Miguel **(Ejecutado)**
191 Reposición puente Rapel **(Ejecutado)**

UDE2
178 Construcción by pass zona urbana de Pichilemu **(Pre-factibilidad Terminada)**
194 Ampliación Ruta 90, sector Marchigüe - Pichilemu **(Diseño Terminado)**
Construcción Ruta Costera VI Región provincia de Cardenal Caro **(Pre-factibilidad Terminada)**
118 Mejoramiento camino Ruta I-566-J San Pedro de Alcántara **(Diseño Terminado**)

[4] Se incluye en cada caso el estado actual de desarrollo del proyecto, a partir de información proporcionada por la Dirección Regional de Planeamiento de O´Higgins.

124 Mejoramiento Ruta I-184 km 0,0 a km 18,7 provincia de Cardenal Caro **(Diseño Terminado)**
122 Mejoramiento Rutas I-660 y Ruta I-674 Colhue - La Quebrada - Alcones **(Diseño Terminado)**
107 Reposición puentes El Monte y Yerbas Buenas en Ruta I-660 **(En Ejecución)**
UDE 3
182 Construcción nuevo camino de acceso por lado sur a puente El Tambo **(Diseño Terminado)**
38 Construcción puente El Tambo en Ruta H-806 **(Ejecutado)**
110 Mejoramiento Ruta H-634, km 17,5 a 23,4, y acceso puente La Vinilla, San Vicente de Tagua Tagua **(Diseño Terminado)**
113 Mejoramiento Ruta H-82 San Roberto - Las Pilastras en Pichidegua **(Diseño Terminado)**
190 Reposición puente Santa Eugenia, Ruta H-802, comuna de Las Cabras **(Diseño Terminado)**
199 Reposición Ruta H-76 S: Patagua Cerro - hasta límite provincial **(Diseño Terminado)**

UDE 4
Mejoramiento pasada urbana por Santa Cruz diversas rutas **(En Ejecución)**
195 Ampliación Ruta 90, sector Santa Cruz - Marchigüe **(Sin Avance)**
119 Mejoramiento Ruta I-690, Peralillo Cruce Ruta 90, cruce Ruta I-60 comuna Peralillo **(Ejecutado)**
Mejoramiento Ruta I-214, sector Población - Trinidad, comuna Peralillo **(Sin Avance)**
41 Mejoramiento Ruta I-70-J, sector Lolol Ranguil, comuna de Lolol **(Ejecutado)**
121 Mejoramiento Ruta I-796, Cabrería - Auquinco **(Ejecutado)**
109 Mejoramiento Rutas I-310, I-318 E I-330, Peralillo - Los Cardos comuna Peralillo **(Ejecutado)**
39 Reposición puente Las Toscas en Ruta I-710 comuna de Santa Cruz **(Ejecutado)**
189 Mejoramiento Rutas I-760 Quinahue - Chomedahue comuna de Santa Cruz **(Diseño Terminado)**
120 Reposición Ruta I-72, sector: Nerquihue-Lolol, VI Región provincia de Colchagua **(Diseño Terminado)**
108 Reposición puentes: La Cornellana, Los Parrones, El Inca, La Laguna y La Llavería **(Ejecutado)**
187 Mejoramiento Ruta I-320-H, entre rutas H-82-I y H-882 **(Diseño Terminado)**

UDE 5
Construcción Túnel de Baja Altura "Paso Las Leñas" **(Sin Avance)**
193 Ampliación Ruta 5, Límite regional – Inicio by pass Ruta 5 Sur **(Ejecutado)**

197 Ampliación Ruta H-30 Doñihue Coltauco **(Sin Avance)**
198 Ampliación Ruta H-30 Coltauco Peumo **(Sin Avance)**
196 Ampliación Ruta H-30 Sector: km 0,0 a km 21,4 Rancagua-Doñihue **(Diseño Terminado)**
40 Conservación Ruta H-30 km 16 atravieso canal de relaves **(Ejecutado)**
180 Construcción conexión vial Alhué - Rancagua; R.M. y Región de O'Higgins. **(Desestimado)**
Construcción de conexión vial Ruta 5 - Chancón **(En Diseño)**
Mejoramiento conexión Rancagua - Graneros, Ruta H-210; H-10 y variantes **(Diseño Terminado)**
186 Mejoramiento Ruta H-189 y H-191, La Leonera Baja, comuna de Codegua **(Diseño Terminado)**

UDE 6
123 Construcción apertura conexión Ruta H-409 con Ruta H-40 **(Ejecutado)**
106 Construcción puente río Claro H-638, sector Salsipuedes, comuna de Malloa, provincia Cachapoal **(Ejecutado)**
37 Reposición puente Coinco, comunas de Coinco y Doñihue, provincia Cachapoal **(Ejecutado)**
105 Reposición puentes Cuenca 1 y Cuenca 2, Ruta H-711, comuna Malloa **(Ejecutado)**

UDE 3-6
22 Ruta 66 Camino de la Fruta **(En Ejecución)**
112 Mejoramiento Ruta H-590 Cruz de Chillehue - Millahue - El Manzano **(Diseño Planificado)**

UDE 7
115 Mejoramiento Ruta I-338 Apalta - Agua Santa **(Diseño Terminado)**
116 Mejoramiento Ruta I-451 Tinguiririca - Puente Negro **(Diseño Terminado)**
117 Mejoramiento Ruta I-525, Ruta-H Santa Isabel, Chimbarongo **(Diseño Terminado)**
42 Mejoramiento Ruta I-85-J, sector Codegua límite regional **(Ejecutado)**
188 Mejoramiento Ruta I-400 La Ramada - Lo Moscoso Yáquil **(Diseño Terminado)**
21 Ruta 5, Tramo Santiago - Talca y Acceso Sur a Santiago **(Ejecutado)**
Los principales proyectos del PDI para la región al 2025 son:

UDE 4-7
Mejoramiento pasadas urbanas Ruta 90 VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins **(Diseño Terminado)**
158 Autopista San Fernando - Santa Cruz **(Sin Información)**

UDE 6-7
179 Mejoramiento camino Pelequén - Bif. Polonia Rutas I-111, H-721 comuna de San Fernando – Malloa **(Ejecutado)**
Dentro de los principales proyectos viales se observan:

- Mejoramiento pasadas urbanas Ruta 90 VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins **(Diseño Terminado)**
- Autopista San Fernando - Santa Cruz **(Sin Información)**
- Ampliación Ruta 90, sector Santa Cruz – Marchigüe **(Reemplazado por otros tramos)**
- Ampliación Ruta 90, sector Marchigüe – Pichilemu **(Diseño Terminado)**
- Concesión Ruta 66 Camino de la Fruta **(En Ejecución)**
- Construcción conexión vial Alhué – Rancagua **(Desestimado)**
- Ampliación Ruta 5, Límite regional – Inicio by pass Ruta 5 Sur **(Ejecutado)**
- Ampliación Ruta H-30 Rancagua – Peumo **(Sin Avance)**
- Construcción Túnel de Baja Altura "Paso Las Leñas" **(Sin Avance)**

La cartera de proyectos puede ser un insumo relevante para la proposición del plan de inversiones que surge del presente estudio, no obstante algunos ya se encuentran materializados, dado el plazo transcurrido desde la edición del documento.

En el anexo digital del Cap.2 se entregan los archivos digitales con el detalle del Plan.

2.6.1.2 Chile 2020, Obras Públicas para el Desarrollo (año 2009)

Este documento, resultado de múltiples análisis regionales y sectoriales, plantea la planificación del Ministerio de Obras Públicas durante la década, basado en los siguientes criterios:

- Impulsar el desarrollo económico sustentable del país y las regiones, mediante la provisión de servicios de infraestructura con visión territorial integrada, mejorando la competitividad, la inserción en un mundo globalizado y la innovación.
- Proveer servicios de infraestructura para garantizar la integración externa e interna, promoviendo el desarrollo equilibrado del territorio nacional.
- Contribuir con equidad al desarrollo humano, social y al mejoramiento de la calidad de vida de los chilenos y chilenas en las ciudades y en las localidades rurales.
- Proveer y mantener los servicios de infraestructura y de gestión de los recursos hídricos de acuerdo a estándares de calidad de clase mundial.

- Aportar a la seguridad ambiental y estratégica de la nación, dotando de infraestructura para el uso eficiente del agua, energía, mayor seguridad alimentaria, y obras de conectividad resistente a catástrofes naturales.
- Contribuir al resguardo medioambiental asociado al cuidado del agua, mediante la planificación, gestión y fiscalización del recurso hídrico.

Las principales propuestas están detalladas a nivel regional, por medio de separatas, por lo que se analiza a continuación el documento correspondiente a la Región de O'Higgins.

En su estrategia de desarrollo regional, la región ha formulado la siguiente visión:
"Es una región exportadora, emprendedora, competitiva e innovadora, que ha sido capaz de poner en valor, proteger y hacer uso sustentable de su enorme patrimonio cultural, histórico, humano, paisajístico y natural, gracias a lo cual impulsa y lidera la potencia agroalimentaria en que se ha convertido nuestro país, y constituye un destino turístico valorado a nivel nacional e internacional por la calidad de sus atractivos y servicios. Lo anterior, enmarcado en la búsqueda constante del equilibrio territorial y el bienestar y calidad de vida de la población que integra nuestra comunidad regional"

Define ocho objetivos estratégicos:

1. Lograr que la región sea reconocida como tierra huasa, por su posicionamiento de identidad, potenciando la actividad y el patrimonio regional, a través de mejorar el acceso a mercados nacionales e internacionales, para lo cual se destaca la diferenciación de tierra agrícola.
2. Desarrollar los sectores productivos exportadores priorizados:

- Desarrollo de turismo enológico, rural y costumbrista, de surf y deportes náuticos de clase mundial, destacando atractivos de costa, tranques y termas, además de la vida agrícola.
- Proveer productos silvoagropecuarios, frutícolas y vitivinícolas, impulsando el posicionamiento nacional como potencia en los mercados externos.

3. Proveer productos mineros, siendo parte del liderazgo nacional en minería. La región del Libertador Bernardo O'Higgins es exportadora, en particular del cobre y sus derivados.
4. Asegurar una mejor vida ambiental, cuidando la biodiversidad, protegiendo el medio ambiente, implementando un programa de mejoramiento de la calidad del aire y fortaleciendo las acciones de recuperación de suelos.
5. Ofrecer a la ciudadanía territorios urbanos y rurales amables, competitivos, funcionales y seguros, con espacios públicos que mejoren su habitabilidad.

6. Implementar servicios de infraestructura para mejorar competitividad de sectores productivos prioritarios, integración territorial, desarrollo urbano y servicios públicos, promoviendo la cultura de calidad de servicios y la protección civil ante riesgos naturales y antrópicos.
7. Proveer fuentes de energía adicionales, con énfasis en fuentes renovables, y potenciar el abastecimiento hídrico, con eficiencia en el consumo.
8. Crear valor agregado en productos alimentarios y de otros rubros, con investigación e innovación, atrayendo y formando capital humano capacitado.

Se plantean una serie de proyectos para cada objetivo estratégico, los cuales corresponden a diferentes puntos de la región. A continuación se listan los objetivos estratégicos y los proyectos que se vinculan con el presente estudio:

1. Infraestructura de acceso a los mercados nacionales e internacionales

En relación al mejoramiento del acceso a los mercados nacionales e internacionales, y considerando que en la región no existen las condiciones geográficas para construir un puerto, las acciones prioritarias se orientan al mejoramiento y ampliación a doble vía de la Ruta de la Fruta, hacia el puerto de San Antonio, obra ya licitada por Concesiones en 2009. En la región se destaca, además, la posibilidad de conectarse hacia San Antonio a través de la unión con Alhué y Chancón. Se enfatiza también la necesidad de ampliar una tercera pista en la Ruta 5. Asimismo, debe considerarse la doble vía de la Ruta I-50, San Fernando-Santa Cruz, y de la ruta Rancagua-Doñihue (H-30). Pero también ha de contemplarse un mejoramiento y construcción de intersecciones en la ex Ruta 5, que permite la conexión oriente poniente en su pasada por Rancagua.

En un plazo más largo se aspira a concretar la idea de una vinculación internacional hacia Argentina por el paso Las Leñas. Del mismo modo, el refuerzo de la ruta I-45 puede constituir, en el futuro, un paso de temporada (paso Las Damas)

Cabe señalar que se avanza en las obras de la Ruta de La Fruta y se tienen ampliaciones parciales en Ruta 5 y la Ruta 90 (Ex I-50). El resto de las iniciativas no tienen avances respecto al documento.

2. Infraestructura para el fortalecimiento del turismo

Como apoyo al fortalecimiento del turismo, tiene especial importancia el desarrollo de una serie de mejoramientos viales (pavimentaciones y soluciones básicas para ecoturismo), relacionados con los diversos circuitos turísticos, entre ellos el acceso a las Termas del Flaco, la ruta costera al norte de Pichilemu y obras de acceso al borde costero regional (Puertecillo, Matanzas y otros) y a la precordillera, así como la incorporación de rutas patrimoniales con

reconocimiento arquitectónico y cultural. También deberán considerarse inversiones de mejoramiento en el borde costero, con obras de infraestructura vial, portuaria y turística en Pichilemu, Bucalemu y Matanzas, así como el equipamiento de servicios turísticos y la señalética patrimonial y turística, tanto pública como privada.

Estas iniciativas han tenido avances parciales, por lo que su materialización puede ser analizada en el presente estudio.

3. Infraestructura vial para aportar a la competitividad y la integración regional

En materia de la red vial para aportar a la competitividad y la integración regional, si bien cuenta con una bastante densa y de mejor calidad que el promedio nacional, el desarrollo de sus actividades productivas agrícolas frutícolas y vitivinícolas requiere de un programa importante de mejoramientos viales (pavimentaciones y soluciones básicas) para facilitar el traslado de la producción a los centros de acopio o de procesamiento. Algunas de las ya mencionadas, en relación con los accesos a los puertos o interregionales, cumplen, además, funciones clave para la producción frutícola y vitivinícola. Otros mejoramientos de rutas corresponden a la segunda pista y ciclovías para la H-10 Rancagua-Graneros y en caminos a Lo Moscoso en Placilla y a Ranguil.

Un tema importante relacionado con la seguridad vial son las necesidades de mejoramientos de los cruces de ferrocarriles y vialidad, particularmente en las comunas de Graneros, Rancagua, Rengo y San Fernando.

Por otro lado, la mantención y conservación de las obras viales es de principal importancia, a fin de mantener el patrimonio en buenas condiciones. Por ello se están evaluando alternativas, bajo la modalidad de concesiones, por la Dirección de Vialidad.

Se destaca el avance en pavimentaciones básicas, reseñado en un capítulo específico, en tanto otras iniciativas presentan menor grado de avance.

4.Infraestructura para el mejoramiento de la calidad de vida en las ciudades
Importancia fundamental corresponde al mejoramiento de la calidad de vida en las ciudades y pueblos de la región. En Rancagua se plantea el mejoramiento del tramo Rancagua-Machalí. La vialidad urbana debe ir en armonía con la ciudad; en ese sentido, los bypass constituyen una buena forma de descongestionar las ciudades: los bypass de Santa Cruz, Chépica, Placilla, Palmilla, Peralillo y Las Cabras serán una buena muestra de ello. Otras medidas importantes corresponden al desarrollo de ciclovías en zonas urbanas y rurales, así

como optimización de los diseños para priorizar al peatón, y la educación en el uso de las vías.

Se observan avances en la conexión entre Rancagua y Machalí, pero la mayoría de los by pass no presentan obras en la actualidad.

El documento incluye otros ámbitos de la infraestructura, en particular obras de riego, de borde costero, obras hidráulicas en ciudades y planes maestros de defensas fluviales, agua potable y saneamiento rural, los cuales no forman parte del ámbito de análisis del presente estudio.

2.6.1.3 Actualización Plan Director de Infraestructura MOP (2007-09)

Este estudio, desarrollado por INECON para la Dirección de Planeamiento entre los años 2007 y 2009, generó un sistema de planificación basado en el modelo TRANUS y en el análisis específico de algunos sectores, lo que permitió proponer una planificación estratégica de las inversiones MOP al año 2025 que se denomina Plan Director de Infraestructura.

Entre los aspectos analizados de manera específica se encuentra la problemática de accesos a puertos y centros urbanos, la proposición de by-pass a centros poblados, análisis de conectividad en localidades aisladas y propuestas de circuitos de desarrollo turístico.

Se presentan los principales resultados obtenidos para la Región de O'Higgins.

La metodología planteada para detectar cambios de infraestructura en la vialidad se basa en umbrales de tránsito diario (TMDA) que justifican la inversión.

- Tierra a Ripio: TMDA de 120 vehículos
- Ripio – Solución básica de pavimento: TMDA de 200 vehículos.
- Solución básica – Pavimento: TMDA de 500 vehículos.
- Pavimento – Mejoramiento (Terceras pistas en cuestas, mejoramientos geométricos, construcción de bermas, etc.): TMDA de 1.750 vehículos.
- Mejoramiento – Doble calzada: TMDA de 5.000 vehículos.
- Doble calzada – Doble calzada con tres pistas (DC3P): TMDA de 40.000 vehículos.

En el caso de la región de O'Higgins, la aplicación de las proyecciones de tránsito en el modelo arrojó como resultado lo siguiente:

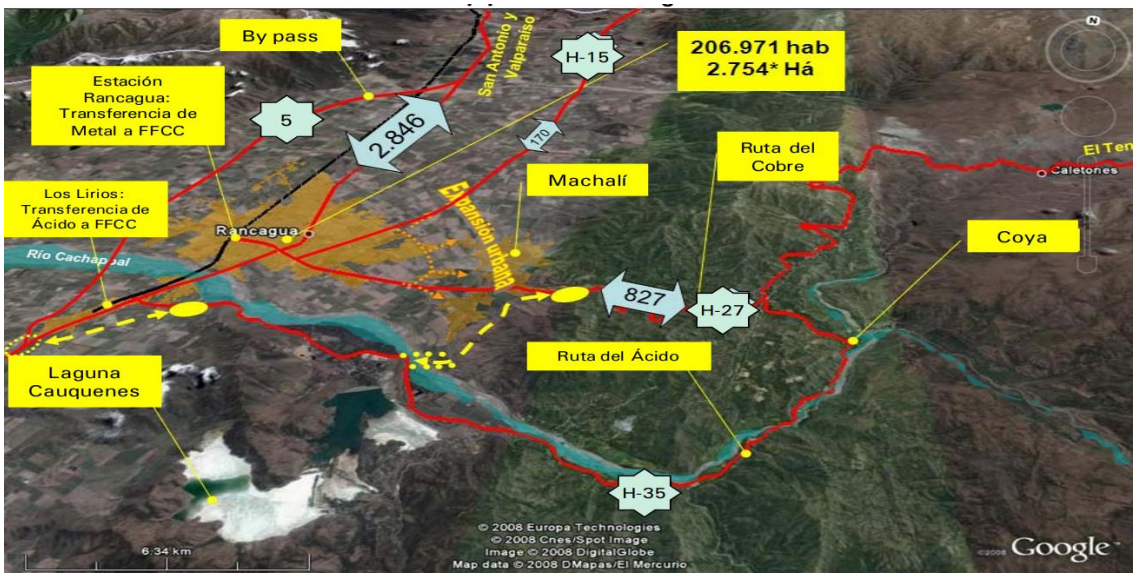
- Ampliación Ruta 5: límite regional - Acceso Norte a Rancagua **(Ejecutado)**

- Ampliación Ruta H-30: Rancagua - Doñihue **(Sin Avance)**
- Ampliación Ruta H-30: Doñihue - cruce Ruta 66 **(En Ejecución)**
- Ampliación Ruta 66: límite regional - El Manzano **(En Ejecución)**
- Ampliación Ruta I-86: Santa Cruz – Chépica **(Sin Información)**

Se analizó una proyección optimista de la economía nacional, que incide en un aumento significativo de los flujos esperados en los cortes temporales futuros. Para este escenario de crecimiento económico, se identificaron nuevos proyectos como:

- Ampliación Ruta H-10: Mostazal - Graneros – Rancagua **(Terminado)**
- Ampliación Ruta 5: Rancagua – Rengo **(Ejecutado)**
- Ampliación Ruta H-40: Olivar Alto – Coinco **(Sin Avance)**
- Ampliación Ruta I-50 y I-80-G: Marchihue – Litueche **(Ejecutado)**
- Pavimentación Ruta I-660: Cruce Ruta I-50 – acceso a Pumanque **(Diseño Terminado)**
- Ampliación Ruta I-82: Nancagua – Chépica **(Sin Avance)**
- Ampliación Ruta I-30-J: Chépica – Teno **(Sin Información)**
- Ampliación Ruta I-60: cruce Ruta I-72 (Lolol) – Pumanque **(Terminado)**

La revisión de la situación de tráfico de los accesos a las distintas ciudades regionales llevó a proponer by-pass para la región de O'Higgins, en Palmilla, Marchihue, Peralillo, Las Cabras, Chépica, Santa Cruz, Placilla y una conexión entre las rutas del ácido y del cobre en Rancagua – Machalí (ver figura). Si bien algunos de estos proyectos siguen siendo de interés y la mayoría no se ha implementado, su impacto en la mayoría de los casos es muy local y escapa a los alcances del presente estudio.



En el ámbito turístico, en el estudio se identifican los siguientes destinos: Santa Cruz (Casino, Museo, Tren de Vino y Teleférico Viña Sta. Cruz), Ruta del Vino del Cachapoal, Pichilemu y Punta de Lobos (surf), Ruta del Vino de Colchagua, Lago Rapel, Sierra de Bellavista, San Vicente de Tagua Tagua, Cuesta de La Lajuela, Quinta de Tilcoco, Pucará de la Compañía, Palmas de Cocalán, Sewell, Hacienda Los Lingues, Reserva Nacional Río Cipreses, Hacienda El Huique, Centro de skí Chapa Verde, Lolol, Casino Rancagua (San Francisco de Mostazal, Monticello), San Pedro de Alcántara y conexión a Lago Vichuquén (Región del Maule), Termas del Flaco y Termas de Cauquenes.

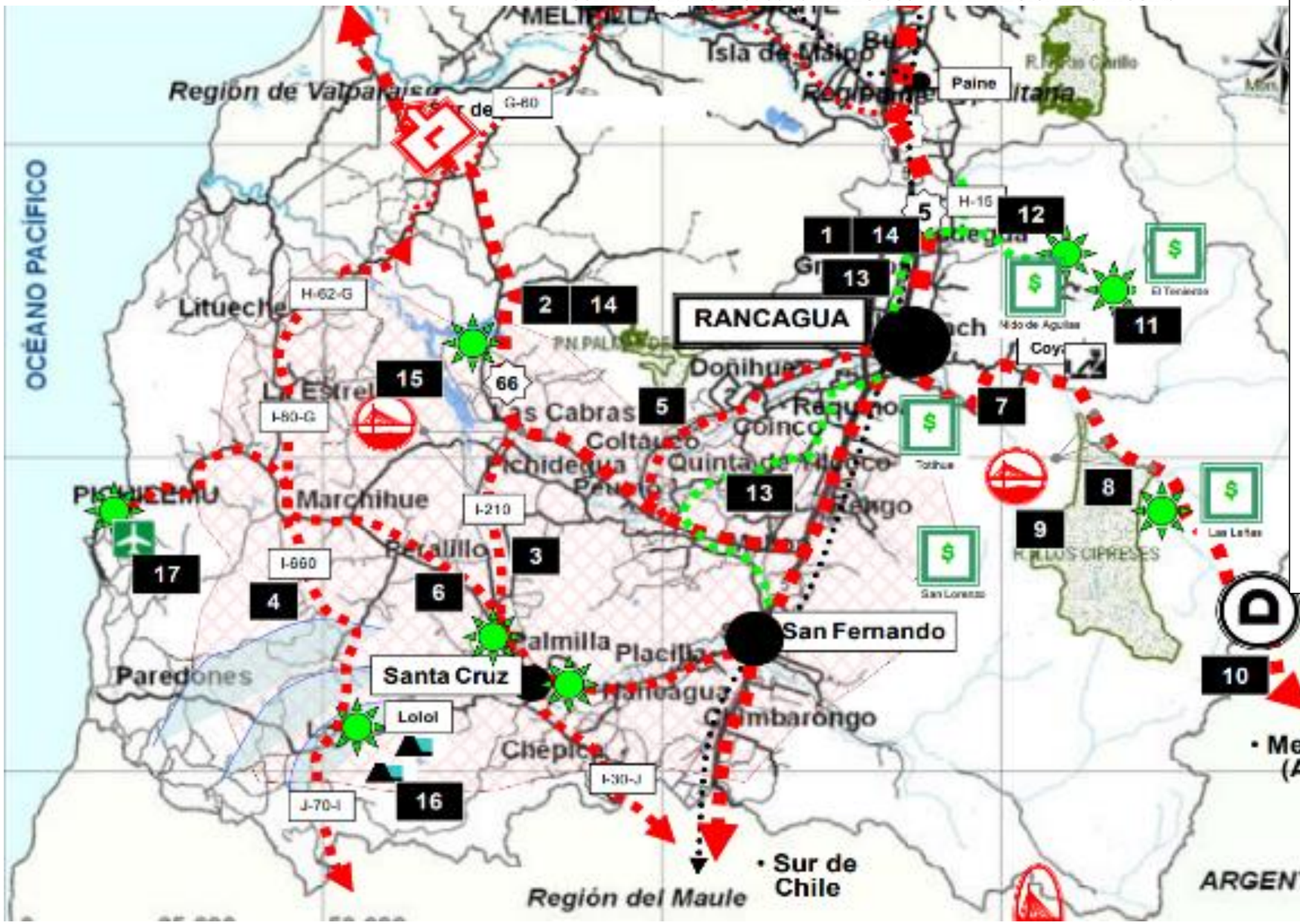
De la conectividad disponible se estableció la necesidad de una conexión vial denominada Camino Caletones - Centro de skí Chapa Verde, de 12 km de extensión.:
La inversión total propuesta para la región supera los US$1.303 millones.

Si bien el estudio presenta una evidente desactualización, algunos proyectos detectados podrían ser de interés para las propuestas a analizar en el presente estudio.

En la figura siguiente se muestran los programas y proyectos estratégicos propuestos, donde destacan:

- Ampliación de capacidad de Ruta 5 desde Rancagua a Santiago **(Terminado)**
- Ampliación de capacidad de Ruta 66 **(En Ejecución)**
- Extensión de variante de Ruta 66 por La Palmilla hasta Teno **(Sin Información)**
- Construcción de variante a Ruta 66 por Litueche y hasta límite Región del Maule **(Sin Avance)**
- Ampliación de capacidad de Ruta H-30, Rancagua – Peumo **(Sin Avance)**
- Ampliación de capacidad de Ruta I-50, San Fernando – Pichilemu **(Sin Avance)**
- Construcción de conexión de Ruta del Cobre (H-25) con Ruta del Ácido (H-35) **(Proyecto Pre-factibilidad)**
- Construcción del camino a Paso Las Leñas **(Túnel Factibilidad, Camino Pre-factibilidad)**
- Puentes para camino a Paso Las Leñas (sector Las Leñas, Matancillas) **(Sin Información)**
- Construcción de túnel Paso Las Leñas **(Sin Avance)**
- Construcción de camino a Centro Chapa Verde, extendiendo Ruta H-11 **(Desestimado)**
- Desarrollo de vía turística-escénica del "Camino Real de Fronteras": Rutas H-15, H30, H-11, H-10, H-450, H-50, H-56, H-80-I. **(Desestimado)**
- Nuevos puentes sobre ríos Cachapoal y Tinguiririca en prolongación Ruta 66 **(Sin Información)**

FIGURA N° 2.6-2: PROYECTOS ESTRATÉGICOS PARA LA REGIÓN DE O'HIGGINS



1. Ampliación de capacidad de Ruta 5 desde Rancagua a Santiago
2. Ampliación de capacidad de Ruta 66
3. Extensión de variante de Ruta 66 por La Palmilla hasta Teno
4. Construcción de variante a Ruta 66 por Litueche y hasta límite Región del Maule
5. Ampliación de capacidad de Ruta H-30, Rancagua – Peumo
6. Ampliación de capacidad de Ruta I-50, San Fernando – Pichilemu
7. Construcción de conexión de Ruta del Cobre (H-25) con Ruta del Ácido (H-35)
8. Construcción del camino a Paso Las Leñas
9. Puentes para camino a Paso Las Leñas (sector Las Leñas, Matancillas)
10. Construcción de túnel Paso Las Leñas
11. Construcción de Complejo fronterizo en Coya
12. Construcción de camino a Centro Chapa Verde, extendiendo Ruta H-11
13. Desarrollo de vía turística-escénica del "Camino Real de Fronteras": Rutas H-15, H30, H-11, H-10, H-450, H-50, H-56, H-80-I.
14. Incorporación de ITS a rutas 5 y 66
15. Nuevos puentes sobre ríos Cachapoal y Tinguiririca en prolongación Ruta 66
16. Sistema de riego para Valle de Nilahue, incluyendo embalses de cola
17. Mejoramiento Aeródromo Pichilemu

2.6.1.4 Agenda 3030 Hacia un país con desarrollo equilibrado. Infraestructura y Agua (2014)

El Plan Chile 30/30 Obras Públicas y Agua para el Desarrollo es el resultado de un proceso de diálogo en cada una de las regiones del país, donde se recogió la participación de más de 10.000 representantes del mundo público, privado, académico y social. El objetivo fue construir la visión compartida de un Chile que puede ser desarrollado al año 2030 y determinar qué políticas de infraestructuras y de aguas se debían impulsar para ello.

Una vez sistematizadas las propuestas y acuerdos surgidos a nivel regional, se realizaron talleres macrozonales, cuyo objetivo fue reconocer y caracterizar los atributos y funcionalidades del territorio que constituyen a cada macrozona, generando acuerdos en cuanto a visión, tipos de brechas y desafíos, para luego determinar y analizar las principales iniciativas estratégicas de infraestructura y agua, y otras medidas de gestión relevantes para el desarrollo macrozonal. En esa instancia se desarrollaron cuatro ámbitos temáticos:

- Desarrollo productivo: Considera los elementos de carácter económico del territorio como los sectores económicos principales y con proyección.
- Estructura de centros poblados: Considera los elementos demográficos/ étnicos/inmigrantes, así como edificación pública, ciudades, y sus relaciones y la ocupación del espacio público.
- Relaciones funcionales: Recoge los elementos de movilidad, conectividad y logística, así como la integración territorial.
- Territorio y vulnerabilidades: Considera los elementos asociados al territorio sobre recursos hídricos, medio ambiente, vulnerabilidades y riesgo.

La Región de O'Higgins se considera como parte de la macrozona centro.

- tecnificación, bajo valor agregado, y escasa sinergia con otros sectores productivos.

En relación al desarrollo productivo de la macrozona centro, se plantearon:

- Problemas de coordinación entre entidades que realizan actividades en las zonas de influencia portuaria, con potenciales conflictos sobre la ciudad.
- Recurso hídrico con problemas de escasez para un desarrollo agroalimentario y de los otros sectores productivos.
- Falta de sistematización y capital humano en las actividades del sector productivo.
- **Carencia de infraestructura** y servicios que habiliten el territorio rural para el desarrollo productivo.
- Insuficiente desarrollo logístico, no existe planificación logística ni la relación con otras ciudades.

En relación a la estructura de centros poblados, para la macrozona centro se planteó:

- Intervenciones puntuales en temas patrimoniales, no estructuradas como programa.
- Escasa integración de la vialidad con otras modalidades de movilidad.
- Desarrollo fragmentado del territorio, que genera problemáticas en las ciudades intermedias en términos de conectividad.
- Déficit de agua potable en zonas intermedias declaradas como extensión urbana, y que, por tanto, no son cubiertas por sistemas de agua potable rural.
- **Problemas de conectividad entre las regiones de la macrozona**, lo que se traduce en incrementos en los tiempos de traslado.
- Vulnerabilidad de las zonas urbanas a los incendios forestales, que no comienzan en zonas urbanas, pero terminan afectándolas.
- Carencia de estándares frente a desastres naturales, que afecta al manejo de éstos y a la capacidad de resiliencia que las ciudades poseen.
- La concentración de los servicios en los grandes polos urbanos genera inequidad en el acceso a servicios.
- Segregación socioespacial en sus centros poblados.

En términos de Relaciones Funcionales, se aprecian las siguientes debilidades:

- Carencia de un estándar mínimo de seguridad en caminos.
- Bajo uso de la intermodalidad: subutilización de la conectividad ferroviaria.
- Carencia de muelles de uso público en las zonas costeras rurales.
- Existencia de localidades sin sistema de tratamiento y disposición de aguas servidas normalizado.
- Algunas edificaciones o sitios rurales declarados Monumentos Históricos poseen problemas de conservación.
- **Altos tiempos de desplazamiento, con comunas segregadas económica y socialmente**.
- **Conectividad deficiente en el borde costero**.
- Problemas con las políticas de suelo (más periferia) que afectan a la movilidad de las personas.

En relación a territorio y vulnerabilidades, se plantearon las siguientes debilidades:

- Inexistencia de planes de gestión integrada de cuencas.
- Escasa disponibilidad de infraestructura y tecnología asociada a gestión, acceso al agua, mitigación y adaptación al cambio climático.
- Dispersión, falta de atribuciones y coordinación entre entidades con responsabilidades en el tema hídrico.
- Demanda de agua excede a la oferta disponible, con cuencas sobreexplotadas.
- Bajas capacidades de las organizaciones de usuarios.
- Carencia de estudios sobre impactos del cambio climático, vulnerabilidad y medidas de adaptación.

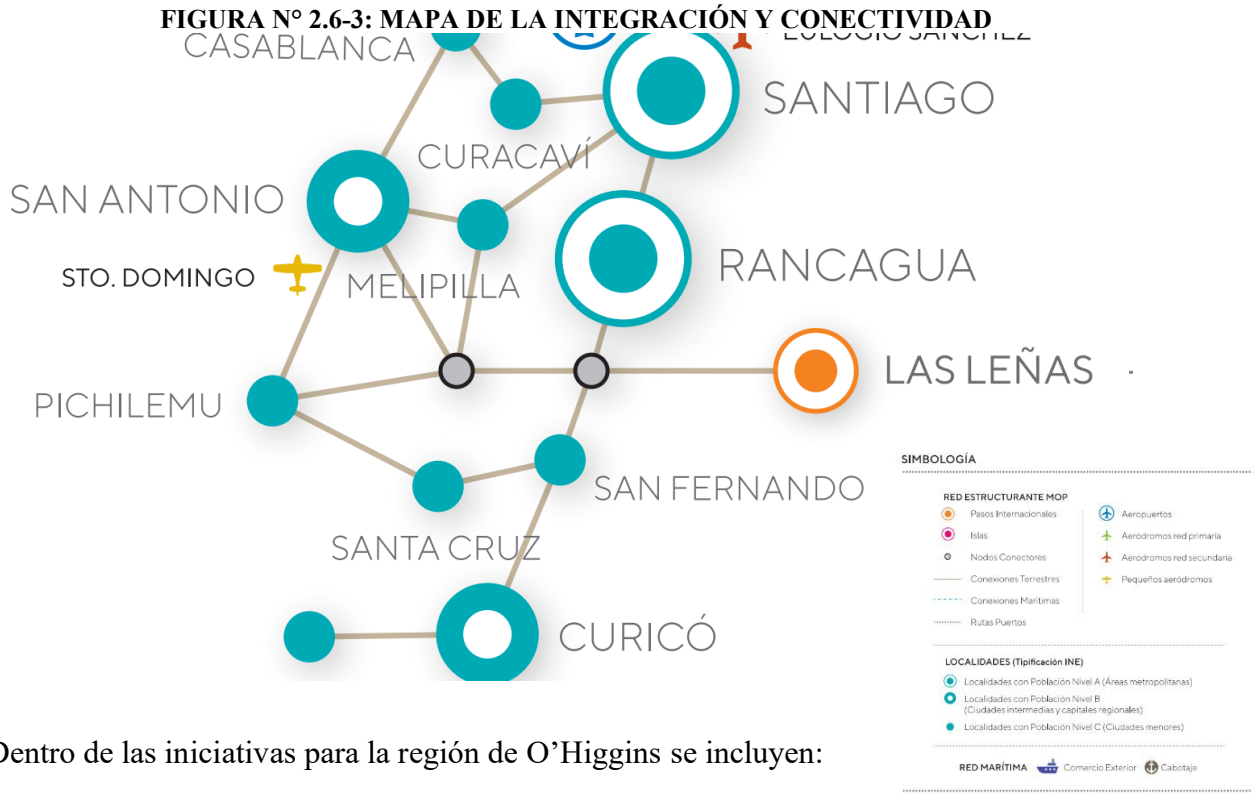
- Debilidad y/o ausencia de sistemas de monitoreo del cambio climático y de cantidad, calidad y usos del agua.
- Debilidades en sistema educacional y de I+D+I, respecto a gestión del agua, incertidumbre climática y creciente escasez hídrica.
- Inexistencia de una cultura del agua que facilite su cuidado y uso eficiente.
- Proceso de desertificación del suelo.
- Recurrencia de fenómenos naturales en magnitudes inusuales (marejadas, lluvias, inundaciones, incendios forestales, baja recarga de acuíferos, remoción en masa, entre otros).

La visión para la Región de O'Higgins al 2030 consideró orientar su desarrollo económico e infraestructura hacia una industria eficiente, innovativa y ambientalmente sustentable, considerando el desarrollo del turismo, la agricultura y la agroindustria. Se proyecta como la capital del deporte náutico. Reconoce las particularidades de los territorios que la componen, con ciudades diversas culturalmente, inclusivas y amables, que orientan su planificación a las personas que las habitan, con espacios públicos, mayor conectividad y la consideración de su patrimonio. Se mira en 2030 destacándose por su condición de territorio rural, agrícola y minero, que se conecta multimodalmente con los centros productivos y las personas de manera segura, respetando el medio ambiente y la inclusión de las distintas formas de movilidad a nivel de sus localidades del interior, interregional e internacionalmente. Consciente de su territorio y su población, con una planificación orientada a la gestión eficiente y sustentable de los recursos naturales como suelo, aire y agua, con prioridad en el consumo humano, y con una comunidad organizada, participativa y preparada en la gestión del riesgo y el cambio climático.

Las prioridades definidas para la región fueron:

- Construcción de embalses.
- Red de ciclovías y pasos peatonales; el cuidado y respeto del patrimonio regional y los espacios públicos; infraestructura para la educación.
- Infraestructura de caletas pesqueras.
- La trascendencia de la inversión en infraestructura, independiente de los ciclos políticos.

FIGURA N° 2.6-3: MAPA DE LA INTEGRACIÓN Y CONECTIVIDAD



Dentro de las iniciativas para la región de O'Higgins se incluyen:

- **Programa de mejoramiento de rutas productivas: Ruta de la Fruta y Ampliación de la Ruta 5 Sur (tercera vía), Paso y Túnel Las Leñas, Ruta del Vino, Ruta Costera, Ruta de acceso a las Termas, Ruta de los Artesanos, Ruta Sewell, Ruta de los Lagos, Ruta Mostazal – Peumo, Puerto Seco.**
- **Mejoramiento y ampliación de las rutas regionales: Ampliación Ruta 90, mejoramiento rutas H10 y HZ10, ampliación Carretera del Cobre, mejoramiento ruta Rancagua–Alhué, ampliación ruta H 30 Rancagua-Doñihue, Concesión Ruta 66. (En Ejecución)**
- Programa de infraestructura de almacenamiento y distribución del recurso hídrico que permita avanzar en seguridad hídrica a través de la diversificación de la matriz de provisión del recurso hídrico (recarga de acuíferos, tratamiento y reutilización, almacenamiento de agua).
- **Programa de conectividad vial para localidades del interior.**
- Plan de defensas fluviales para ciudades y asentamientos menores.
- Plan de mejoramiento del borde costero y lacustre, con consideración del deporte náutico, ciclovías y paseos.
- Estrategia Intersectorial Regional Participativa de Gestión del Patrimonio.
- Nueva conectividad urbana Rancagua–Machalí: tranvía, trolebuses y mejoramiento vial.
- Diagnóstico de disponibilidad del recurso hídrico futuro, uso eficiente del agua, y adaptación al cambio climático.
- Plan maestro de aguas lluvias para ciudades.
- Política de tratamiento de aguas servidas rurales

2.6.1.5 Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050 (2020)

El Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad (PNIM) 2020 – 2050 corresponde a un plan de carácter nacional y estratégico, de largo plazo a 30 años. Se concentra en la conectividad y movilidad interurbana y tiene por finalidad contribuir al desarrollo del país mediante una infraestructura sostenible, que genere las condiciones necesarias para un aumento del bienestar y calidad de vida de sus habitantes. Considera los distintos modos de transporte vial, ferroviario, marítimo y aéreo.

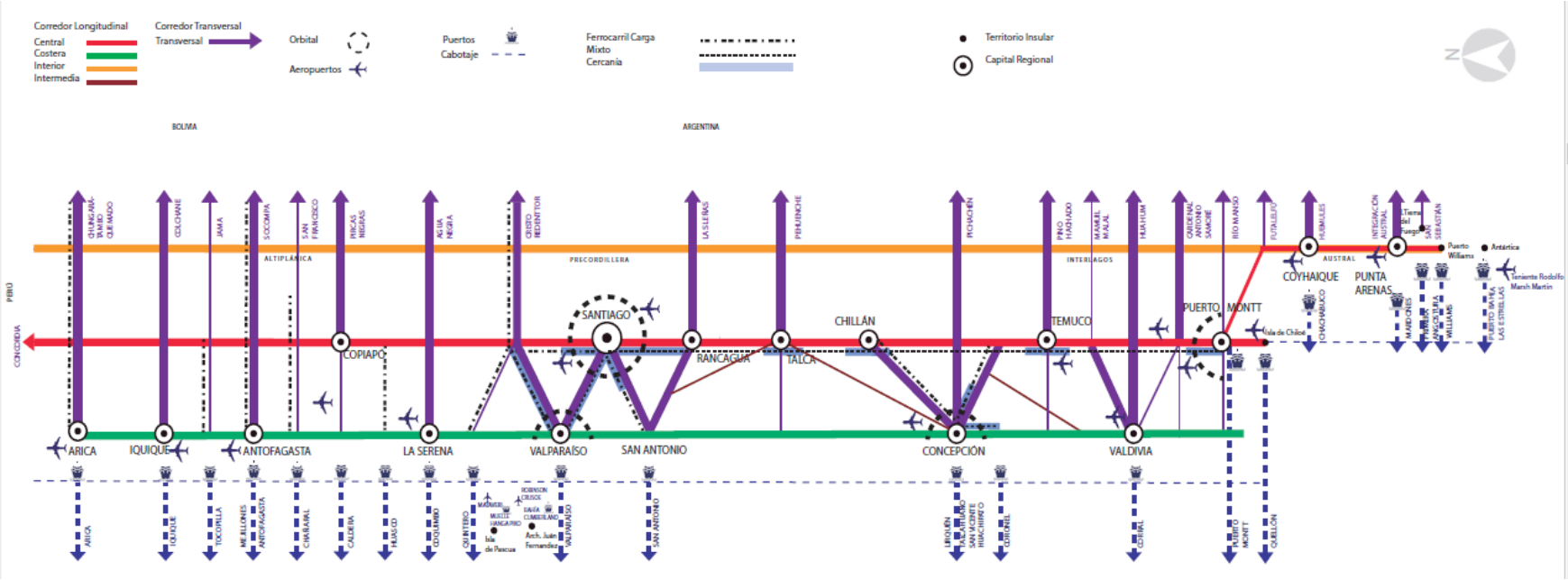
En una primera etapa, se construyó una imagen objetivo, la que consiste en una cartera de iniciativas que busca completar y aumentar la capacidad de la actual red nacional de infraestructura de transporte para dar cabida a la movilidad estimada a través de modelos de simulación económico-regional hasta el 2050.

En la segunda etapa, se simuló dicha cartera en forma sistemática a través de modelos de transporte, con la finalidad de analizar su impacto. Finalmente, se realizó la evaluación, con el objetivo de priorizar y definir la cartera definitiva que incorpora el Plan propuesto.

El total de las inversiones del Plan considerando vialidad, aeropuertos, obras portuarias de conectividad, puertos y ferrocarriles es del orden de US$ 49.755 millones.

La red multimodal integrada, la cual se presenta en el esquema a continuación, se conforma por:

FIGURA N° 2.6-4: ESQUEMA RED NACIONAL MULTIMODAL INTEGRADA, PNIM 2020 - 2050



Fuente: Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050 (Ministerio de Obras Públicas, 2020)

- Vialidad longitudinal: Une a las capitales regionales y se compone por 3 corredores, uno central (Ruta 5) desde la frontera con Perú hasta Quellón en Chiloé, uno costero que conecte los puertos del norte, centro y sur del país desde Arica a Valdivia, y uno interior (Ruta Altiplánica, Precordillerana, Interlagos, Ruta 7, entre otras) que conecte las rutas de los pasos fronterizos y algunos puertos de la zona Austral.

- Vialidad transversal: Se compone por 45 corredores perpendiculares y diagonales a los longitudinales. Conecta a los puertos y pasos fronterizos con las capitales regionales.

- Orbitales y bypass: Permiten la continuidad de la vialidad estructurante (corredores longitudinales y transversales). Se localizan alrededor de las áreas metropolitanas de Santiago, Valparaíso y Concepción, facilitando el tráfico de paso y la distribución del tráfico desde y hacia los distintos suburbios sin necesidad de pasar por los centros congestionados. En tanto, las otras capitales regionales tienen bypass o circunvalaciones para permitir la continuidad de las rutas nacionales.

- Rutas intermedias: Vialidad que conecta el corredor central con el corredor costero en la macrozona centro y sur.

- Ferrocarril de cercanías y regionales: Tienen el objetivo de satisfacer el acceso al trabajo y servicios en las áreas metropolitanas.

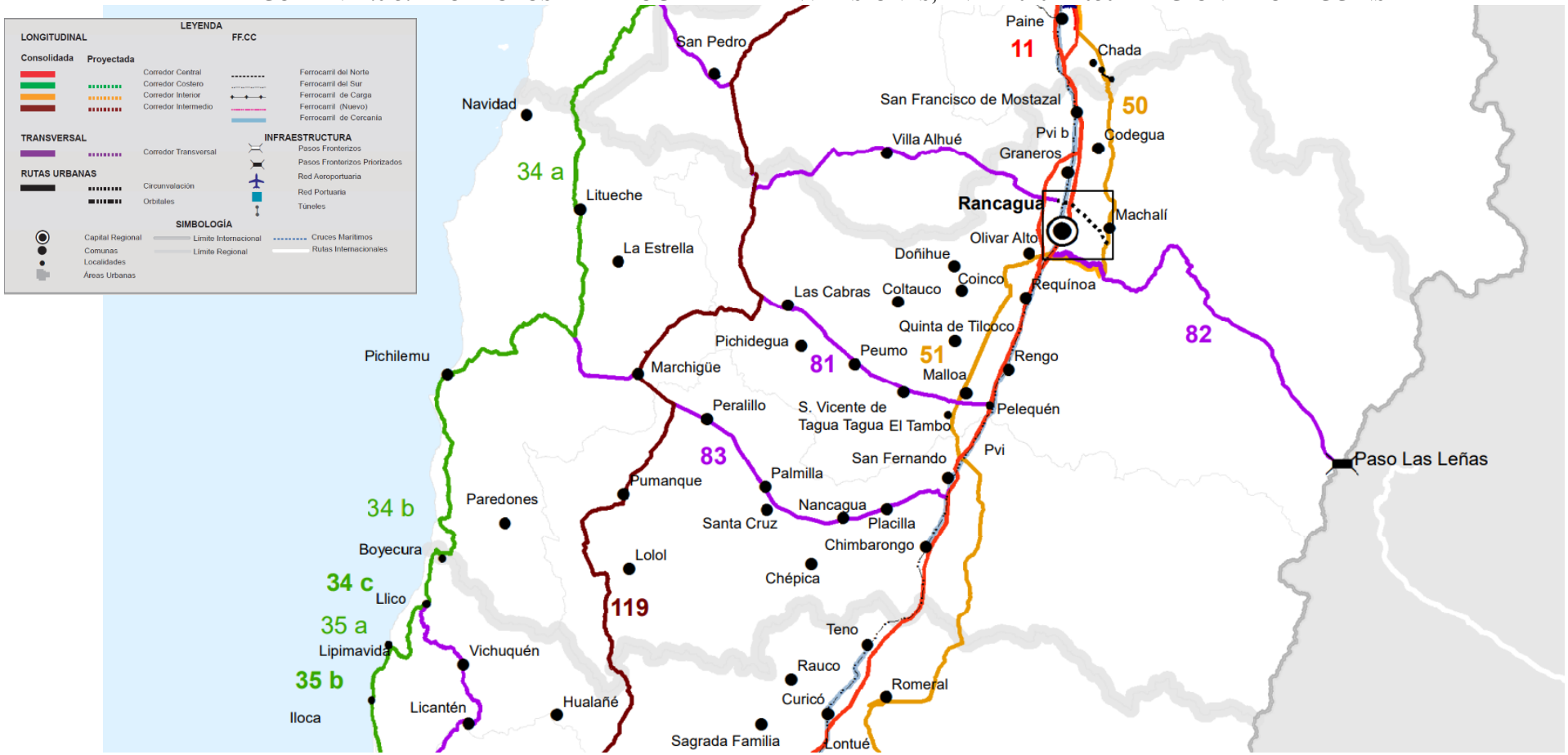
- Ferrocarril de carga: Su finalidad es llevar productos hacia y desde los puertos, generadores de carga e incluso, entre bodegas e industrias.

- Vía marítima: Contempla la infraestructura portuaria de conectividad, con rampas para los transbordadores para dar continuidad a la vialidad longitudinal.

- Aeropuertos: Se consideran ampliaciones de las áreas terminales e instalaciones de apoyo, así como nuevas pistas y el mejoramiento de las capacidades de las pistas, en cuanto a longitud y resistencia, y de las plataformas de estacionamiento de aeronaves. Se estima necesaria la construcción de un nuevo aeropuerto central.

La macrozona centro se constituye por las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana de Santiago, O'Higgins y Maule. En el siguiente cuadro se entrega el listado de proyectos que conforman el programa de inversiones específicamente en la región de O'Higgins, junto con el operador (DV: Dirección de Vialidad, DGC: Dirección General de Concesiones), estándar propuesto, longitud en kilómetros y la década de la inversión. A su vez, en la siguiente figura se muestra la localización de los proyectos en el área de interés.

FIGURA N° 2.6-5: PROYECTOS DEL PROGRAMA DE INVERSIONES, PNIM 2020 – 2050 – REGIÓN DE O'HIGGINS



Fuente: Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050 (Ministerio de Obras Públicas, 2020)

CUADRO N° 2.6-1: PROGRAMA DE INVERSIONES EN PNIM 2020-2050, REGIÓN DE O'HIGGINS

Programa	N°	Nombre Proyecto	Operador	Estándar propuesto	Long. (km)	Inversión	Década de inversión			Inversión 30 años
							2020-2029	2030-2039	2040-2049	
Central	11	Santiago - Talca	Csdo	3PS	255	863	421	443	0	863
Interior	50	Santiago-(Chada)-Machalí	Csble	2PS	75	294	0	294	0	294
Interior	51	Machalí-San Fernando-Lontué	Csble	2PS	138	323	0	323	0	323
Transversal	81	San Antonio-Pelequén	Csdo	2PS	135	800	523	0	277	800
Transversal	82	Villa Alhué - Rancagua-Paso Las Leñas	DV	1PS(PAV)	157	1171	0	703	468	1171
Transversal	83	San Fernando-Pichilemu	DV	1PS(PAV)	126	185	93	93	0	185
Intermedia	119	Melipilla-San Rafael	DV	1PS(PAV)+	250	272	0	272	0	272
Orbital	p	Circunvalación Rancagua	DV	2PS	13	57	0	57	0	57

Fuente: Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050 (Ministerio de Obras Públicas, 2020

1PS(PB) Calzada simple, pavimento básico/1PS (Pav): Calzada simple, pavimento estructural / 1PS(PAV)+: Calzada simple y pavimento normal con aumentos puntuales de capacidad, mayor extensión, entre otros/ 2PS: Vía de doble calzada / 2PS+: Vía de doble calzada con mejoras / 3PS: Vía de tres pistas por sentido o capacidad total de seis pistas en ambos sentidos. Csdo: Concesionado/ DV: Dirección de Vialidad

Respecto a los proyectos mencionados en el cuadro anterior, es importante señalar que:

- El proyecto 50 –Santiago Machalí **(En Ejecución)** y el proyecto 51 su continuación por San Fernando a Lontué **(Sin Información)** es una alternativa a la Ruta 5 con un túnel en la cuesta de Chada **(En Ejecución)** y podría licitarse en conjunto con la relicitación de la Ruta 5 –Santiago-Talca **(En Ejecución)**, permitiendo la financiación conjunta además de la operación (podría ser reversible).

- Respecto al Longitudinal Intermedio: el proyecto 119 –Melipilla-San Rafael- permite también descongestionar el longitudinal Central y podría tener una extensión en el futuro hacia el norte llegando a Curacaví y conectándose por el sur al proyecto 120 San Javier-Concepción. **(Sin Información)**

- El corredor transversal del tramo 81 San Antonio - Pelequén se transforma en autopista. El tramo 83 San Fernando-Pichilemu se construye paulatinamente en una carretera de doble calzada durante los 2 decenios hasta el 2040. Las transversales a pasos fronterizos siguen pavimentándose de acuerdo con los tratados suscritos con Argentina, incorporando grandes iniciativas estratégicas como el túnel binacional de Las Leñas (O'Higgins) y el reforzamiento del Paso Los Libertadores. **(En Ejecución)**

- El by pass a Rancagua por el norte le da continuidad al proyecto 82 Alhué-Las Leñas

2.6.1.6 Estudios Prospectivos del Plan Nacional de Infraestructura

En la provincia de Cachapoal, se encuentran los siguientes proyectos en etapa de **Ejecución**:

Comuna de Las Cabras

- ✓ Cruce H-784 (El Rincón) – Las Quiscas
- ✓ Cruce Ruta 66 (El Carmen) - Cuesta El Guanaco – Cruce H-78
- ✓ Las Lomas Llallauquén
- ✓ Cruce H-788 (La Guañanga) H-790 (Cementerio El Manzano)

Comunas de San Vicente y Malloa

- ✓ Cruce H-64 (Malloa) – Corcolén – Cruce H-56 (Tuncal)

En la provincia de Colchagua, se encuentran los siguientes proyectos en etapa de **Licitación**:

Comuna de San Fernando

- ✓ Cruce I-309 - San Ignacio
- ✓ Cruce I-309 - Callejón Maturana
- ✓ Cruce I-309 - Callejón Unión Americana
- ✓ Cruce I-309 - El Carmen

Comuna de Chimbarongo

- ✓ Cruce I-85-J (Carrizal) - Cruce I-725 (Peor es Nada)
- ✓ Cruce I-85-J (Perejil) - Cruce I-625 (La Huinchiguala)

Comuna de Chépica

- ✓ Cruce I-82 - Uvas Blancas - Cruce-756 (Isla del Guindo)

A continuación se presentan para la provincia de Colchagua los proyectos en etapa de **Ejecución**:

Comuna de Santa Cruz

- ✓ Cruce I-730 – San Alfonso
- ✓ Cruce I-710 – Calle Herrera
- ✓ Cruce I-742 (La Patagua) - El Portezuelo - Cruce I-776

Comuna de Chépica

- ✓ Cruce I-86 (Chépica Abajo) - Las Palmas
- ✓ Cruce I-86 Chépica) - El Zapal - Cruce I-790

Comuna de Chimbarongo

- ✓ Cruce Ruta 5 (Paso Superior Tinguiririca) - Cruce I-45 (Puente Negro)

Comuna de Peralillo

- ✓ Cruce I-330 - Santa Victoria

En la provincia de Cardenal Caro, se encuentran los siguientes proyectos en etapa de **Licitación**:

Comuna de Paredones

- ✓ Cruce I-72 (Paredones) - Cruce I-660 (Peñablanca)
- ✓ Cruce I-538 (Peral) - Cruce I-548 (Alto Los Briones)
- ✓ Cruce I-538 (Peral) - Cruce I-548 (Alto Los Briones)
- ✓ Cruce I-520 (El Quillay) - Cruce I-620 (El Calvario)
- ✓ Cruce I-540 - Rinconada de Panilongo
- ✓ Cruce I-538 - Quebrada los Briones - Cruce I-538
- ✓ Cruce I-72 (San Pancho) - Cruce I-510

Los proyectos en la provincia de Cardenal Caro que se encuentran en etapa de **Ejecución**:

Comuna Litueche

- ✓ Cruce I-80-G (Los Lingues) - Cruce I-198 (Matanzas)
- ✓ Cruce I-128 - Villa Lo Cartagena
- ✓ Cruce I-128 - Los Picaflores

Comuna La Estrella

- ✓ Cruce I-80-G (Las Damas) - Cruce I-20 (San Miguel)
- ✓ Cruce I-158 - Los Cardillos

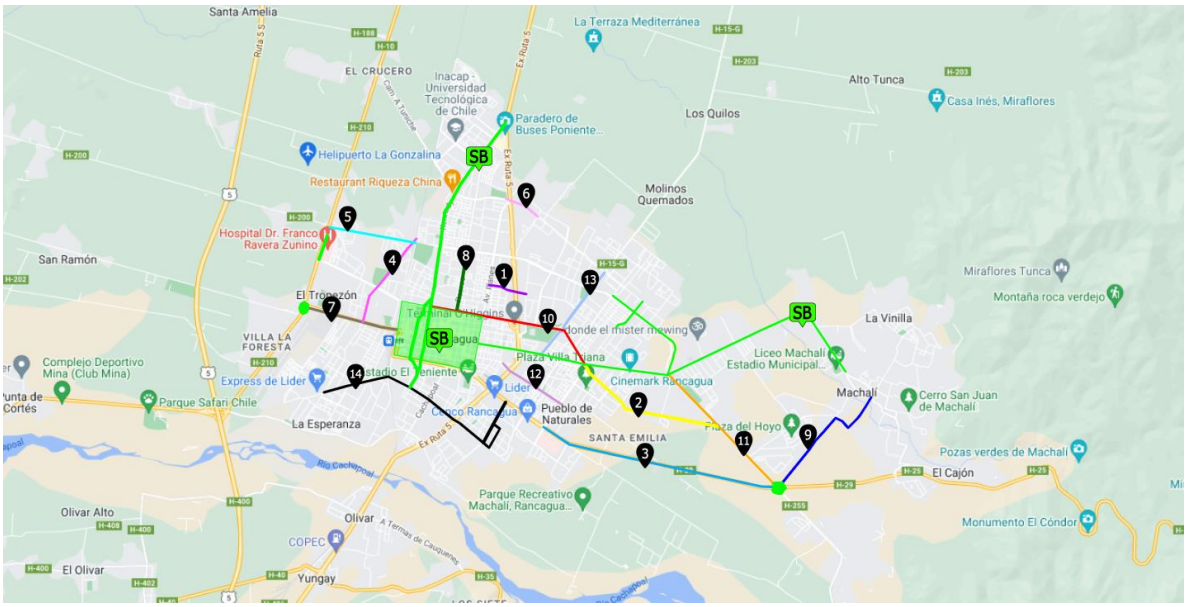
2.6.1.7 Planes de transporte urbano de SECTRA

El objetivo de los Planes Maestros de Transporte Urbano es mejorar la movilidad de las grandes ciudades y de las de tamaño medio. Estos planes involucran inversiones de cierta magnitud, orientadas al desarrollo de los Sistemas de Transporte Urbano, en concordancia con el desarrollo urbano previsto para las ciudades, como son las inversiones en infraestructura vial, en el mejoramiento del transporte público, o en sistemas automáticos de control de tránsito.

Estos Planes están conformados por un conjunto de iniciativas que responden a las necesidades de movilidad, actuales y futuras, de los habitantes de la ciudad a partir de una visión integral de su sistema de transporte en concordancia con el desarrollo urbano previsto

para ella. En su formulación participan todos los organismos que intervienen en la planificación y ejecución de proyectos urbanos. En el caso de la conurbación Rancagua - Machalí los siguientes son los proyectos considerados:

FIGURA N° 2.6-5: PROYECTOS DEL PLAN DE TRANSPORTE URBANO PARA RANCAGUA - MACHALÍ



Fuente: Sectra

CUADRO N° 2.6-1: PROYECTOS DEL PLAN SECTRA

Nº	Proyecto	Inversión [UF]	TIR [%]	Descripción
1	Conexión Av. Grecia – Juan Martínez de Rozas	139.072	8,8	Prolongación de Av. Grecia, desde Av. Illanes hasta Juan Martínez de Rozas, pasando sobre Ex Ruta 5, la cual se desnivela en paso inferior, para permitir la conectividad a nivel de los ejes. Contempla calzada simple de 7m de ancho más aceras de 6.5m a cada lado
2	Prolongación Alameda - Hernán Ciudad	338.185	12,1	Conexión de Av. Alameda con calle Hernán Ciudad, desde Panamá; (al poniente de Av. Miguel Ramírez) hasta Av. Escriva; de Balaguer, considerando una apertura del perfil desde Av. El Parque hacia el oriente, hasta empalmar con Av. Escriva; de Balaguer. La propuesta es un perfil de dos calzadas de 7m cada una, más aceras de 3.5m, con una mediana de 4m donde se ubicarán las torres de alta tensión existentes por Hernán Ciudad
3	Ampliación Carretera del Cobre, tramo Av. Bombero Villalobos - Cruce Nogales	181.739	8,4	proyecto de ampliación de la Carretera del Cobre que contempla un perfil de doble calzada de 7m cada una, desde Av. Bombero Villalobos hasta Av. Escriva de Balaguer en sector de Cruce Nogales. Desde Av. Bombero Villalobos hasta Av. San Joaquín Sur, se incorporan calles de servicio en ambos costados. Sin embargo, desde Av. San Joaquín Sur hasta Av. Escriva de Balaguer, el perfil solo contempla la ampliación a doble calzada, utilizando la actual faja existente, para lo cual se deja la calzada

Nº	Proyecto	Inversión [UF]	TIR [%]	Descripción
				actual como calzada sur y la ampliación se realiza hacia el lado norte del perfil, manteniendo el carácter interurbano
4	Prolongación Av. Provincial (Norte)	72.936	24,7	Prolongación de Av. Provincial hacia el norte, en perfil de doble calzada de 7m cada una, con aceras de 3.5m más mediana variable de 4m aprox., entre calles Totihue y Av. República de Chile
5	Prolongación Av. República de Chile al Poniente	430.360	6,0	Proyecto de continuidad de Av. República de Chile hacia el poniente, desde Av. España hasta Av. Salvador Allende atravesando la vía férrea mediante una estructura tipo paso inferior y considerando apertura desde 5 de Octubre hasta Av. Salvador Allende. Entre Av. España y 5 de Octubre, el perfil propuesto es de doble calzada de 7m cada una y en zona de empalme con Av. España, se amplía a 10.5m cada calzada dando continuidad al perfil al oriente. Para la conectividad peatonal bajo la vía férrea, el perfil contempla aceras por ambos costados, a una cota mayor que la de la calzada vial. Entre 5 de Octubre y Av. Salvador Allende, el perfil contempla doble calzada de 7m cada una, con mediana de 10m y ciclovía por la acera norte
6	Conexión Av. Circunvalación Norte – Av. El Sol	195.795	7,9	Prolongación de Av. Circunvalación Norte hacia el oriente, desde calle Av. Illanes hasta Camino La Cruz, pasando por sobre Ex Ruta 5, la cual se desnivela en paso inferior, para permitir la conectividad a nivel de los ejes antes mencionados. El perfil consiste en doble calzada de 7 m cada una
7	Ampliación Av. Baquedano	198.905	47,7	Materialización de doble calzada en Av. Baquedano, entre Av. Salvador Allende y Av. Viña del Mar, con dos calzadas de 7m cada una separadas con mediana y aceras de 3.5m. Contempla la modificación del atravieso existente bajo la vía férrea para dar cabida a una doble calzada y cumplir los gálibos verticales. En el tramo entre Av. Salvador Allende y Manzanar Viejo se propone un perfil de 25m de ancho, manteniendo la calzada actual y efectuando el ensanche hacia el costado sur del eje, separadas con mediana de 3m de ancho. El mejoramiento de la intersección de Av. Salvador Allende con Av. Baquedano corresponde a lo estipulado en el EISTU del Hospital de Rancagua
8	Mejoramiento Av. Recreo (Centro)	67.297	26,2	Materialización de doble calzada en Av. Recreo, entre calle 2 de Octubre y Av. República de Chile; y un par vial entre Pedro Emilio Cuadra y Av. Recreo hasta la Alameda para evitar fuertes expropiaciones que se generarían para materializar una doble calzada por Av. Recreo hasta la Alameda. Para el sector de doble calzada, la ampliación se hace hacia el lado oriente separada por mediana más proyecto de ciclovía por la acera oriente
9	Prolongación Av. Arturo Prat	211.884	7,3	Apertura de Av. Arturo Prat, entre Av. San Juan y Carretera El Cobre, utilizando parcialmente la faja existente de Camino El Cristo y Camino La Hacienda, ambas vías con características rurales. Entre Camino La Hacienda hasta Camino El Cristo, se implementa un perfil con calzada simple bidireccional, aceras en ambos costados y proyecto de ciclovía, utilizando una faja de

Nº	Proyecto	Inversión [UF]	TIR [%]	Descripción
				15m. En el tramo Camino El Cristo – Av. San Juan, se genera una apertura con el mismo perfil antes mencionado
10	Corredor de Transporte Público Alameda	66.176	92,2	El proyecto propone establecer una pista especial para buses en el eje Alameda Bernardo O'Higgins, desde calle Hilaro Vial hasta N. Rubio. Se propone habilitar esta pista especial para el transporte público utilizando parte de la mediana y/o las aceras existentes, con el fin de configurar el perfil de tres pistas por sentido en todo el tramo. Entre Hilaro Vial y Rotonda Alameda se propone realizar una ampliación a tercera pista, a costa del bandejon central existente, para configurar dos calzadas de 10.5m. Desde Rotonda Alameda hasta la Ex Ruta 5, la ampliacion se realiza hacia las aceras. Entre la Ex Ruta 5 y N. Rubio se propone un mejoramiento de gestión en ambas calzadas existentes para dar cabida a las 3 pistas. Para el tramo de Ex Ruta 5 - Av. Illanes en la calzada norte, se propone construir la tercera pista hacia la mediana
11	Ampliación Av. Escrivá de Balaguer	125.845	4,0	Materialización de un perfil de doble calzada de 7m cada una desde Av. Miguel Ramírez hasta Carretera El Cobre, sector Cruce Nogales. Para evitar expropiaciones, se propone un diseño congruente con los anchos de faja actuales a lo largo de la ruta, por lo que desde Av. Miguel Ramírez hasta Loteo El Polo de Machalí;, se establece una doble calzada de 7m cada una, sin mediana. Desde Loteo El Polo hasta el Cruce Nogales, se agrega una mediana de 1m
12	Conexión Gamero – Enrique Molina	813.379	9,4	Prolongación de calle Gamero hacia el oriente, desde calle Las Lilas hasta su empalme con Enrique Molina, cruzando a nivel, mediante una estructura, la Ex Ruta 5, la cual se desnivela en paso inferior. El proyecto se extiende hasta Av. Bombero Villalobos, aunque desde Sao Paulo las medidas contempladas son básicamente de gestión Para la zona de atravieso de la Ex Ruta 5, se contempla un perfil que permita la conectividad oriente – poniente y además dar conexión con las caleteras existentes (M. Montt y D. Almagro). Desde el empalme con la caletera de M. Montt hacia el oriente, se realiza una apertura con un perfil de calzada simple bidireccional hasta empalmar con calle Enrique Molina
13	Ampliación Av. La Compañía	66.841	19,7	Ampliación del perfil existente a doble calzada, desde Av. M. Ramírez hasta Av. El Sol. Entre Av. M. Ramírez y la Rotonda Alameda se propone ampliación del perfil a doble calzada por el costado poniente del perfil. Desde la Rotonda Alameda hasta Av. El Sol, se propone ampliación del perfil a doble calzada, con mediana y aceras en ambos costados
14	Conexión y Ampliación Av. Diagonal Doñihue – Av. Las Torres – Eusebio Lillo	508.231	9,7	Proyecto que busca dar continuidad a los ejes Av. Diagonal Doñihue, Av. Las Torres y Eusebio Lillo, ente Av. Provincial y Carretera del Cobre. Se proponen aperturas y ampliaciones de perfil para poder generar una doble calzada en Av. Diagonal Doñihue y Av. Las Torres. Se contempla además, un par vial por las calles Eusebio Lillo y Blanco Encalada, ente Av. Las Torres y Padre Hurtado, empalmando finalmente con una doble calzada

Nº	Proyecto	Inversión [UF]	TIR [%]	Descripción
				en Eusebio Lillo, entre Padre Hurtado y Carretera del Cobre. Para lograr la conectividad, se contempla un atravieso mediante una estructura tipo paso inferior bajo la vía férrea existente, y aprovechar la estructura en paso superior existente sobre la Ex Ruta 5. Para Av. Diagonal Doñihue, el perfil propone una doble calzada de 7m cada una, con una mediana de 8m. Para Av. Las Torres, al poniente de la Ex Ruta 5, se propone una doble calzada de 7m cada una con mediana de ancho variable donde se emplazan las torres de alta tensión
SB	Situación Base			La situación base de la oferta vial fue validada por el comité de uso de suelos y proyectos, e incluye tanto proyectos del Plan Maestro de Transporte Urbano vigente, como otros proyectos, los que se señalan a continuación: - Par vial San Martín / Rubio – Lastarria - Corredor de transporte público Kennedy- Av. España - Mejoramiento M. Ramirez Oriente (camino Recreo – Pza. Machalí) - Mejoramiento M. Ramirez Poniente (Ex Ruta 5/desnivel– Freire) - Mejoramiento M. Ramirez Oriente (Límite Comunal –Camino Recreo) - Mejoramiento M. Ramírez Poniente (Límite Comunal – Ex Ruta 5) - SCAT - Continuidad Bombero Villalobos (Sur) - Mejoramiento Cruce Nogales - Conexión Oriente Rep. De Chile (Uruguay-San Joaquín) - Conexión Oriente Rep. de Chile (San Joaquín – Sanchina) - Ampliación Salvador Allende (Frente Hospital) - Mejoramiento intersección Baquedano – Salvador - Continuidad Norte Bombero Villalobos

Fuente: Sectra

2.6.2 Estudios de Transporte

2.6.2.1 Estudio Ampliación Ruta 90 tramo Placilla -Santa Cruz

La Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas viene estudiando hace varios años la factibilidad de ampliación de la Ruta 90 en el tramo comprendido entre San Fernando y Santa Cruz. En este estudio de prefactibilidad, desarrollado por ICR para la Dirección de Vialidad y terminado en 2023, el objetivo era mejorar la conexión vial entre Placilla y Santa Cruz, mediante una nueva conexión o un mejoramiento de rutas existentes. A la fecha del estudio estaban construidos los dos primeros tramos llegando al km 8,5 y se avanzaba en la construcción del tercer tramo para llegar al acceso a Placilla en el km 12, según lo recomendado en el estudio de ingeniería del año 2007, que contempla la ampliación de la faja vial hacia el norte.

Desde este Placilla hacia Santa Cruz ha habido oposición a las expropiaciones, lo que motivó la realización del Estudio Mejoramiento Pasadas Urbanas Ruta 90, Sector San Fernando – Santa Cruz, que analizó la factibilidad técnico-económica de construcción de 3 bypass en los principales centros urbanos: Placilla, Nancagua y Cunaco.

Debido a que la Ruta 90 presenta características distintas a lo largo del eje, con tramos urbanos e interurbanos que requieren de soluciones diferentes, el estudio consideró 7 tramos distintos

TRAMO	SOL.1 Ampliación Al Norte De Ruta 90 (Estudio 2007)	SOL.2 Ampliación Al Sur Utilizando Faja EFE	SOL.3 Desnivelación Ruta 90	SOL.4 Doble Calzada	SOL.5 Par Vial	SOL.6 Bypass
TRAMO 1 Urbano Placilla	Ampliación Ruta 90 al Norte (Actualización Estudio del 2007)					Proyecto Bypass norte (Exist. a Nivel de Ing. Detalle)
TRAMO 2 Interurbano Placilla-Nancagua	Ampliación Ruta 90 al Norte (Actualización Estudio del 2007) **(*)**	Ampliación Ruta 90 al Sur, utilizando faja EFE **(*)**		Construcción doble calzada al sur de faja EFE, dejando actual Ruta 90 como camino local		
TRAMO 3 Urbano Nancagua	Ampliación Ruta 90 al Norte (Actualización Estudio del 2007)	Construcción doble calzada, considerando uso de la faja ferroviaria	Construcción Trinchera cubierta en doble calzada en Ruta 90			Proyecto Bypass sur (Exist. a Nivel de Ing. Detalle)
TRAMO 4 Interurbano Nancagua-Cunaco	Ampliación Ruta 90 al Norte (Actualización Estudio del 2007)	Ampliación Ruta 90 al Sur, utilizando faja EFE		Construcción doble calzada al sur de faja EFE, dejando actual Ruta 90 como camino local		
TRAMO 5 Urbano Cunaco	Ampliación Ruta 90 al Norte (Actualización Estudio del 2007)	Ampliación Ruta 90 al Sur, utilizando faja EFE				Proyecto Bypass norte (Exist. a Nivel de Ing. Detalle)
TRAMO 6	Ampliación Ruta 90 al	Ampliación Ruta 90 al Sur,		Construcción doble calzada al	Par Vial entre la Ruta 90 y	

TRAMO Urbano Cunaquito	SOL.1 Norte (Actualización Estudio del 2007)	SOL.2 utilizando faja EFE	SOL.3	SOL.4 sur de faja EFE, dejando actual Ruta 90 como camino local	SOL.5 una nueva vía al sur de la faja ferroviaria	SOL.6
TRAMO 7 Interurbano Cunaquito-Santa Cruz	Ampliación Ruta 90 al Norte (Actualización Estudio del 2007)	Ampliación Ruta 90 al Sur, utilizando faja EFE				

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de las alternativas se desarrollaron a nivel de anteproyecto, dos nuevas alternativas de trazado que contemplan bypass en las zonas urbanas (Placilla, Nancagua, Cunaco), los trazados de doble calzada por el sur de la faja férrea en zonas interurbanas y en el tramo final la ampliación de la Ruta 90, hacia el borde norte.

La inversión requerida se estimó en 178.000 MM$, rentabilidad del 22% y momento óptimo de inversión al 2026.

2.6.2.2 Estudio Conexión Ruta Costera sector Santo Domingo - Pichilemu

El estudio tuvo como objetivo solucionar los problemas de conectividad y aislamiento que se generan en el borde costero entre Santo Domingo y Pichilemu, desde Las Rocas de Santo Domingo hasta el límite regional Sur de la Región de Valparaíso, cruzar el Estero Yali y al Río Rapel, para luego conectar con Navidad hasta Pichilemu. La Ruta Costera es el segundo eje longitudinal del país luego de la Ruta 5 y presenta una significativa continuidad interregional, no obstante, a la fecha algunos sectores aún están interrumpidos, impidiendo de esta manera una integración territorial efectiva. Se consideró además que la ruta costera debe ser catalizadora del desarrollo del borde costero a través de actividades productivas y turísticas.

Como lineamientos generales del estudio se consideró analizar un trazado distanciado a menos de 15 km de la costa y que permita generar un corredor alternativo al presentado por estudio de ingeniería realizado en el año 2000[5] y dar conexión a los sectores de playas y localidades costeras de mayor importancia.

[5] Estudio de Ingeniería Construcción y Mejoramiento Camino Costero, Sector Santo Domingo – Pichilemu, Regiones V y VI (LEN para MOP DV, 2000)

Se estudiaron seis corredores posibles, en conjunto con vías transversales de conectividad a los sectores de costa en El Yali, Mostazal, La Boca, Matanzas, Pupuya, Puertecillo, Topocalma y Tanume. El trazado comprende el emplazamiento de tres nuevos puentes: en la región de Valparaíso el puente sobre el estero Maitenlahue, en la región de O´Higgins, se propone un nuevo puente sobre el río Rapel, aguas debajo de la localidad del mismo nombre y, finalmente, un puente sobre la denominada Quebrada Honda. La inversión total del anteproyecto alcanzó a 207.237 MM$.

De acuerdo a la evaluación, solo la construcción del antteproyecto supera el umbral mínimo de rentabilidad, recomendándose la construcción de norte a sur a partir del 2030.

2.6.2.3 Análisis Estimación de la Demanda de Carga Interurbana

Este estudio fue desarrollado por parte de CIS Consultores para SECTRA (2010), y tuvo como objetivo estimar matrices de carga interurbana a escala comunal en todas las regiones (excepto XI y XII), para un conjunto de productos o agrupaciones de productos en los cortes temporales 2007 (calibración), 2010 y 2020 (proyección). La metodología de análisis consideró la calibración para el año base de modelos de generación/atracción y distribución, con énfasis en la localización de actividades a escala comunal y su vinculación con la producción y consumo de los bienes analizados. Considera además un levantamiento de información de oferta de transporte, a nivel de puertos, aeropuertos, red vial, ductos y red ferroviaria.

Resulta de interés para el presente estudio la estimación de demanda a escala intercomunal, disponible para las regiones analizadas, las proyecciones de la demanda y los antecedentes del sistema de actividades considerados en las estimaciones. Además, resulta aplicable el catastro de información de puertos, red vial y ferroviaria.

2.6.3 Estudios Territoriales

2.6.3.1 Estrategia Regional de Desarrollo Región de O'Higgins

La Región de O'Higgins cuenta con la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) 2011-2020. Durante el desarrollo del estudio se entregó la Estrategia Regional de Desarrollo 2024-2036

La ERD es el instrumento que rige la planificación regional a largo plazo y su principal utilidad es mostrar cómo se logrará el desarrollo de la región. Da cuenta de la realidad actual y los cambios que vaya experimentando en los ámbitos económicos, productivos y sociales.

La ERD de O'Higgins 2011-2020 identifica 5 dimensiones de la estrategia para el desarrollo regional.

1. Dimensión Económico Productiva
2. Dimensión Sociocultural
3. Dimensión Territorial
4. Dimensión Medio Ambiente
5. Dimensión Político Institucional

De acuerdo con los objetivos del presente estudio, las dimensiones 1 y 3 tienen objetivos que podrían generar interacción con la infraestructura.

Entre los lineamientos de la Dimensión 1 en materia de infraestructura se plantea:

- Definir y ordenar las áreas en que se consolidarán los procesos de conurbación urbana, favoreciendo las relaciones funcionales entre los centros urbanos y el territorio sin afectar áreas agrícolas.
- Mejoramiento de la red vial y ciclovías con un alto estándar de funcionalidad y seguridad para los usuarios
- Mejorar la conectividad y accesos para el desarrollo turístico.

Las iniciativas prioritarias consideradas son:

- Implementar una red de caminos de acceso a las caletas y asentamientos de la zona: Topocalma, Puertecillo, Boca del Rapel, Matanzas y Chorrillos.
- Implementar un plan integral de mejoramiento vial. que considere mejorar el estándar de la conectividad con Marchihue y la Carretera de la Fruta.
- Mejoramiento y ampliación de la red vial secundaria del territorio.
- Actualización de Instrumentos de Planificación Territorial.

Entre los lineamientos de la Dimensión 3 en materia de infraestructura se plantea:

- Mejorar la red vial y ciclovías, con un alto estándar de comodidad y seguridad para los usuarios

Por su parte la Estrategia Regional de Desarrollo 2024-2036 identifica los objetivos de desarrollo de la región, las acciones estratégicas y el modelo de gobernanza. La estrategia se basa en una amplia participación de la comunidad y análisis técnico, centrándose en un crecimiento sostenible e inclusivo. Identifica desafíos y oportunidades clave en varios sectores, incluyendo el desarrollo humano, la diversificación económica, la sostenibilidad ambiental y la gobernanza político-institucional. El documento también detalla cómo se

implementará, monitoreará y evaluará la estrategia, enfatizando la transparencia y la participación ciudadana.

Agendas Estratégicas: El documento presenta cuatro agendas estratégicas interconectadas. Estas agendas se construyen sobre la base de las aportaciones de la comunidad y el análisis técnico, y se adaptan para reflejar las prioridades y el potencial de la región de O'Higgins.

- **Desarrollo Humano:** se centra en la salud, la educación, la seguridad y la reducción de las desigualdades.
- **Gobernanza Político-Institucional:** promueve la transparencia, la eficiencia y la participación en la gobernanza.
- **Medio Ambiente:** se ocupa de la adaptación al cambio climático, la preservación de los ecosistemas y el uso responsable de los recursos.
- **Desarrollo Económico:** diversifica la actividad económica de la región, promoviendo la innovación y la sostenibilidad.

Gobernanza e Implementación: El documento describe la estructura de gobernanza de la ERD, que involucra a varias partes interesadas, como el Gobierno Regional, el Consejo Regional, los municipios y las organizaciones de la sociedad civil. También describe un modelo de gestión para la implementación de la ERD, incluyendo la planificación estratégica, la ejecución y el monitoreo y la evaluación.

Desafíos Clave y Acciones Estratégicas: El documento aborda los desafíos regionales clave y propone acciones estratégicas para promover el desarrollo sostenible e inclusivo.

- **Medio Ambiente:** Un gran enfoque en la adaptación al cambio climático, la sostenibilidad, la preservación de los ecosistemas y la transición a una economía circular.
- **Social:** Mejoras a la salud, la educación y la seguridad.
- **Económico:** Diversificación de la economía e industrias de valor añadido

La Estrategia Regional de Desarrollo de O'Higgins, Chile, identifica varias vinculaciones clave con la infraestructura en sus áreas estratégicas:

- **Desarrollo Humano:** La estrategia enfatiza la provisión de servicios accesibles a través de infraestructura moderna y conectividad. Esto incluye abordar las disparidades en el acceso a servicios básicos como la atención médica y la educación, particularmente en las áreas rurales. Acciones específicas se centrarán en construir infraestructura para garantizar una cobertura de servicios inclusiva.

- **Sostenibilidad Ambiental:** Se considera crucial la modernización de los sistemas de distribución y almacenamiento de agua ante la escasez hídrica. En términos más generales, la infraestructura y la planificación sostenibles se consideran necesarias para proteger el medio ambiente al tiempo que se promueven las actividades económicas.
- **Desarrollo Económico:** La estrategia tiene como objetivo mejorar y diversificar la producción económica en toda la región, y reconoce que una infraestructura adecuada, el transporte y la conectividad digital facilitan el acceso a los mercados.
- Se planea aumentar el acceso a una infraestructura de mejor calidad para las comunidades que están más aisladas.

2.6.3.2 Plan Regional de Desarrollo Urbano

Los lineamientos de este instrumento de planificación se refieren a los criterios y recomendaciones para enfocar en el largo plazo el proceso de desarrollo de los centros poblados de la región, la estructuración del sistema urbano, sus áreas de influencia recíproca, entre otros.

Dentro de estos lineamientos se contempla la Estructuración del Sistema Regional de los centros poblados en donde se hace una clasificación de las zonas costeras, agrícolas, industriales, urbanas y turísticas de la región, con el fin de fortalecer el poder regional de O'Higgins para destacar sus potencialidades en un marco de complementariedad para un desarrollo equilibrado de la región en su totalidad.

El plan vigente data del año 2012 entre los requerimientos de infraestructura plantea:

- Rancagua requerirá inversiones en infraestructura vial de continuar la tendencia de crecimiento localizada en la cabecera regional.
- Se recomienda potenciar la localización de asentamientos humanos en los centros urbanos de Machalí, Olivar, Codegua, Graneros y Mostazal.
- Mejorar conectividad vial con el sector poniente de la provincia de Colchagua, sector altamente desarrollado por la actividad vitivinícola.

2.6.3.3 Plan Regulador Intercomunal de Rancagua

El Plan Regulador Intercomunal (PRI) Rancagua, data del año 2010 y tiene como finalidad regular y orientar el proceso de desarrollo territorial de las áreas urbanas y rurales de las comunas de Rancagua, Graneros, Mostazal, Codegua, Machalí y Olivar.

Vías Estructurantes del PRI se clasifica en vías Expresas y Troncales. Las vías expresas identificadas son:

- Ruta 5 Sur

Las vías troncales mencionadas corresponden a 32 vías entre las que se destacan

- Ruta H-10 Camino longitudinal antiguo
- Ruta H-15 Av. La Compañía
- Bello Horizonte
- Camino Las Rosas
- Av. República de Chile
- Camino a Machalí
- Escrivá de Balaguer
- Av. Parque Intercomunal O'Higgins
- Circunvalación Norte
- Av. Libertador General Bernardo O'Higgins
- Av. Millán
- Carretera El Cobre
- Costanera Borde Norte Río Cachapoal
- Av. San Juan
- Av. El Parque
- Av. Kennedy
- Av. España,
- Etc.

Áreas de protección de recursos de valor patrimonial cultural. En este grupo se reconocen zonas típicas y monumentos históricos.

Zonas Típicas:

- Entorno de la iglesia de la Merced. Entre las calles Estado, Cuevas, Mujica, Alcázar (comuna Rancagua)
- Plazuela del Instituto O'Higgins o Plaza de Santa Cruz de Triana. Estado con Ibieta (comuna Rancagua)
- Plaza de Los Héroes y su entorno (comuna Rancagua)

Monumentos Históricos:

CUADRO N° 2.6-1: LISTADO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS – REGIÓN DE O'HIGGINS

Nº	Monumento Histórico	Decreto Nº	Fecha
1	Estación de Ferrocarriles de San Francisco de Mostazal	DS 6006	10/09/1981
2	Casa Hodgkinson, Graneros	DS 521	17/04/1990
3	Pukará del Cerro La Compañía, Codegua	DS 1191	11/03/1992
4	Iglesia de La Merced de Rancagua	DS 10616	11/11/1954
5	Casa de Don Calixto Rodríguez, Rancagua	DS 725	24/01/1980

Nº	Monumento Histórico	Decreto Nº	Fecha
6	Casa del Pilar Esquina o de Piedra, Rancagua	DS 725	24/01/1980
7	Casa Patronal Ex Fundo El Puente, Rancagua	DS 304	29/05/1984
8	Gobernación Provincial de Cachapoal, Rancagua	DS 284	24/06/1984

2.6.3.4 Plan Regulador Intercomunal Río Claro

Este PRI, regula el desarrollo físico de las Áreas Urbanas y Rurales de las comunas de Rengo, Requínoa, Malloa, Quinta de Tilcoco y Coinco en el total de los límites administrativos de ellas y data del año 2010.

En este PRI se identifica como área de protección oficial el sector de Las Nieves en la comuna de Rengo. En estas áreas sólo se permitirá la actividad agrícola y forestal de los predios, estos sectores no son edificables, podrán ocuparse como zonas de picnic, con las autorizaciones pertinentes. Los usos de suelos prohibidos en esta área son: Residencial, - Equipamiento, Actividades Productivas e Infraestructura.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

3 DEFINICIONES BÁSICAS.....3-1

3.1 PRESENTACIÓN.....3-1
3.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....3-1
3.3 DEFINICIÓN PRELIMINAR DE LA RED DE TRANSPORTE.....3-6
3.3.1 Caracterización de la Red de la Región.....3-6
3.3.2 Definición de la Red de Modelación Preliminar.....3-8
3.4 AÑOS DE CORTE, PERÍODOS Y MODOS DE MODELACIÓN.....3-11

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXO CAP. 3: DEFINICIONES BÁSICAS
3-1: ZONIFICACIÓN
3-2 RED VIAL

3 DEFINICIONES BÁSICAS

3.1 Presentación

Este capítulo corresponde al punto 8.2.2 de las bases técnicas del estudio, donde se realiza el planteamiento de los lineamientos generales del análisis y de la construcción del modelo de elección de ruta con el que se representará el funcionamiento de la red vial regional de O'Higgins. Entre los aspectos analizados está la zonificación propuesta, la definición preliminar de la red de modelación y aspectos básicos de la modelación a efectuar.

3.2 Zonificación del Área de Estudio

La zonificación se basa en los distritos censales que consideró el INE en el censo 2017. La razón de usar esta zonificación obedece a los siguientes aspectos:

- A diferencia de un modelo de un estudio de preinversión más local, se trata de un modelo estratégico de transporte interurbano que debe cubrir toda la región y su interacción con las regiones de su entorno y el resto del país.
- Es compatible con la normativa vigente respecto a las variables demográficas a utilizar en los modelos de proyección de la demanda de viajes.
- Presenta facilidades para agregarla y llevar a zonificaciones mayores como comunas para interpretar datos y resultados.
- Facilidad para representar en la modelación de redes una mejor accesibilidad de los sectores productivos importantes de la región, manifestados en el diagnóstico del sistema de actividades y en las consultas de la EOD de transporte privado y de carga.

El cuadro siguiente presenta la definición preliminar de las zonas del estudio.

CUADRO 3.1-1: DEFINICIÓN PRELIMINAR DE ZONAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

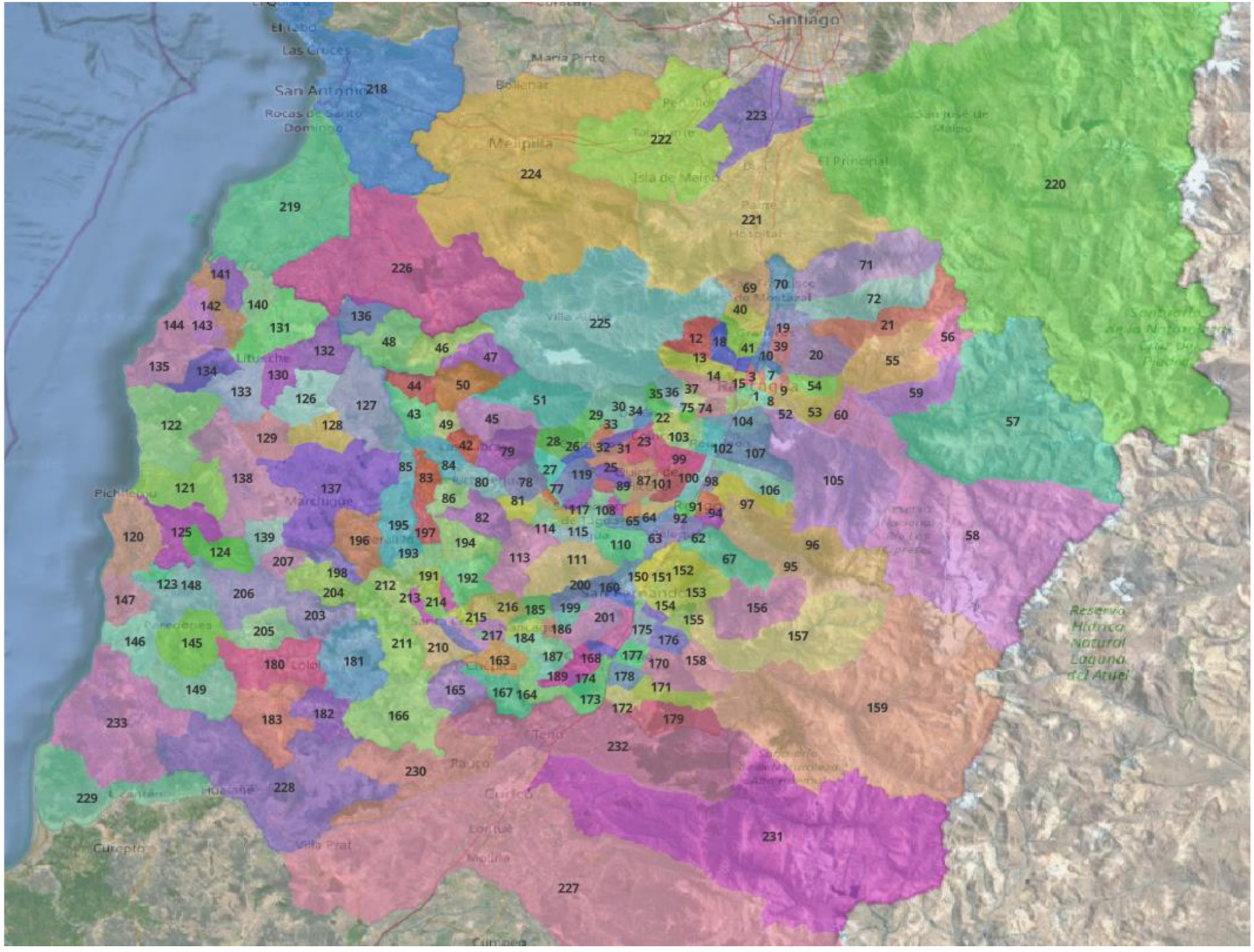
Comuna	Distrito	Superficie Km²	Zona	Comuna	Distrito	Superficie Km²	Zona
RANCAGUA	Intendencia	0.57	1	MALLOA	Panquehue	14.49	64
RANCAGUA	Estación	0.56	2	MALLOA	Corcolén	11.33	65
RANCAGUA	Cementerio	0.60	3	MALLOA	Cantarrana	10.83	66
RANCAGUA	Regimiento	0.89	4	MALLOA	Rigolemo	106.56	67
RANCAGUA	Estadio	2.05	5	MALLOA	Limahue	26.39	68
RANCAGUA	Centenario	3.13	6	MOSTAZAL	San Francisco	71.35	69
RANCAGUA	La Capilla	1.65	7	MOSTAZAL	Angostura	51.31	70
RANCAGUA	San Pedro	3.32	8	MOSTAZAL	Peuco	250.31	71
RANCAGUA	La Gamboina	8.00	9	MOSTAZAL	La Punta	151.72	72
RANCAGUA	Los Quilos	15.97	10	OLIVAR	Gultro	16.79	73
RANCAGUA	Santa Leonor	6.65	11	OLIVAR	Olivar Alto	22.35	74
RANCAGUA	El Carmen	52.25	12	OLIVAR	Olivar Bajo	8.18	75
RANCAGUA	Primavera	59.52	13	PEUMO	Peumo	9.90	76
RANCAGUA	Punta de Cortés	41.89	14	PEUMO	Gulutrén	6.09	77
RANCAGUA	La Feria	8.62	15	PEUMO	Codao	50.93	78
RANCAGUA	Medialuna	6.06	16	PEUMO	La Rosa	88.27	79
RANCAGUA	Ruta Cinco Sur	9.28	17	PICHIDEGUA	Pichidegua	43.66	80
RANCAGUA	La Moranina	40.74	18	PICHIDEGUA	Almahue Viejo	28.27	81
CODEGUA	Codegua	29.84	19	PICHIDEGUA	Almahue	78.53	82
CODEGUA	Tunca	103.47	20	PICHIDEGUA	Toco	42.97	83
CODEGUA	La Leonera	152.15	21	PICHIDEGUA	La Pataguas	53.27	84
COINCO	Copequén	30.03	22	PICHIDEGUA	San José de Marchihue	32.01	85
COINCO	Coinco	20.38	23	PICHIDEGUA	El Caleuche	40.14	86
COINCO	Chillehue	23.18	24	QUINTA DE TILCOCO	Quinta de Tilcoco	46.18	87
COINCO	Rulo	24.11	25	QUINTA DE TILCOCO	Guacarhue	21.36	88
COLTAUCO	Coltauco	12.98	26	QUINTA DE TILCOCO	Estacada de Arriba	9.02	89
COLTAUCO	Idahue	29.97	27	QUINTA DE TILCOCO	Carrizal	10.20	90
COLTAUCO	Idahuillo	48.96	28	RENGO	Cóbil	8.57	91
COLTAUCO	Parral	22.63	29	RENGO	Chapetón	11.21	92
COLTAUCO	Lo de Cuevas	76.19	30	RENGO	Malambo	15.25	93
COLTAUCO	Monte Grande	14.78	31	RENGO	Césares	18.45	94
COLTAUCO	Almendro	7.27	32	RENGO	Popeta	142.89	95
COLTAUCO	Parral de Purén	9.72	33	RENGO	Chanqueahue	232.48	96
DOÑIHUE	Doñihue	12.00	34	RENGO	Lo de Lobo	47.30	97
DOÑIHUE	El Molino	23.14	35	RENGO	Rosario	11.57	98
DOÑIHUE	Esperanza	29.28	36	RENGO	Apalta	38.89	99
DOÑIHUE	Lo Miranda	15.73	37	RENGO	Rosario Poniente	19.81	100
GRANEROS	Graneros	12.98	38	RENGO	Esmeralda	38.11	101
GRANEROS	La Compañía	26.71	39	REQUÍNOA	Requínoa	29.50	102
GRANEROS	Las Higueras	34.32	40	REQUÍNOA	El Rincón	25.52	103
GRANEROS	Tuniche	38.25	41	REQUÍNOA	Los Lirios	42.28	104
LAS CABRAS	Las Cabras	29.07	42	REQUÍNOA	Cauquenes	424.03	105
LAS CABRAS	Llallauquén	61.79	43	REQUÍNOA	Pichiguao	63.34	106
LAS CABRAS	El Manzano	45.11	44	REQUÍNOA	Chumaco	89.24	107
LAS CABRAS	Cocalán	88.87	45	SAN VICENTE	San Vicente	32.57	108
LAS CABRAS	Santa Inés	83.15	46	SAN VICENTE	Requegua	18.68	109
LAS CABRAS	Quilamuta	73.74	47	SAN VICENTE	Rastrojos	62.10	110
LAS CABRAS	Salto del Agua	115.43	48	SAN VICENTE	Rinconada	131.14	111
LAS CABRAS	Santa Julia	23.06	49	SAN VICENTE	Taguatagua	26.42	112
LAS CABRAS	El Durazno	84.73	50	SAN VICENTE	La Laguna	117.92	113
LAS CABRAS	Palmería	145.55	51	SAN VICENTE	Las Cruces	15.43	114
MACHALÍ	San Joaquín	19.65	52	SAN VICENTE	Barrera	6.32	115
MACHALÍ	Machalí	52.20	53	SAN VICENTE	Pencahue	9.09	116
MACHALÍ	La Población	34.61	54	SAN VICENTE	Tunca	16.08	117
MACHALÍ	Caletones	184.44	55	SAN VICENTE	Toquigua	19.46	118
MACHALÍ	El Teniente	59.41	56	SAN VICENTE	Zúñiga	29.07	119
MACHALÍ	El Pangal	948.72	57	PICHILEMU	Pichilemu	142.08	120
MACHALÍ	Coya	1128.48	58	PICHILEMU	San Antonio de Petrel	145.40	121
MACHALÍ	Los Perales	117.14	59	PICHILEMU	Cardonal	222.73	122
MACHALÍ	Sauzal	48.70	60	PICHILEMU	El Maqui	17.83	123
MALLOA	Sal si Puedes	2.73	61	PICHILEMU	El Guindo	64.50	124
MALLOA	Pelequén	17.37	62	PICHILEMU	Rodeíllo	123.12	125
MALLOA	Malloa	30.51	63	LA ESTRELLA	La Estrella	102.31	126

Comuna	Distrito	Superficie Km²	Zona	Comuna	Distrito	Superficie Km²	Zona
LA ESTRELLA	San Rafael	190.19	127	LOLOL	Lolol	164.91	180
LA ESTRELLA	San Miguel de Los Llanos	62.58	128	LOLOL	Nerquihue	176.07	181
LA ESTRELLA	La Aguada	78.08	129	LOLOL	Los Tricahues	84.30	182
LITUECHE	Litueche	64.49	130	LOLOL	Ránguil	171.79	183
LITUECHE	San Vicente	148.32	131	NANCAGUA	Nancagua	19.58	184
LITUECHE	Pulín	88.59	132	NANCAGUA	Yáquil	29.95	185
LITUECHE	Cartagena	98.40	133	NANCAGUA	Chacarillas	12.51	186
LITUECHE	Hidango	63.63	134	NANCAGUA	Puquillay	49.40	187
LITUECHE	Laguna Topocalma	91.41	135	NANCAGUA	Cunaco	21.39	188
LITUECHE	Central Rapel	64.53	136	NANCAGUA	San José de Toro	18.72	189
MARCHIHUE	Marchihue	359.41	137	PALMILLA	Palmilla	14.18	190
MARCHIHUE	Alcones	245.98	138	PALMILLA	Colchagua	32.89	191
MARCHIHUE	Marchant	52.32	139	PALMILLA	Huique	74.67	192
NAVIDAD	Rapel	58.23	140	PALMILLA	Rinconada de Palmilla	38.52	193
NAVIDAD	Licancheo	47.50	141	PALMILLA	Santa Irene	74.96	194
NAVIDAD	Navidad	67.24	142	PERALILLO	Peralillo	112.61	195
NAVIDAD	Pupuya	60.97	143	PERALILLO	Población	101.45	196
NAVIDAD	Tumán	64.96	144	PERALILLO	Calleuque	34.13	197
PAREDONES	Paredones	133.58	145	PERALILLO	Molinero	34.18	198
PAREDONES	Bucalemu	94.34	146	PLACILLA	Placilla	20.73	199
PAREDONES	Cabeceras	72.59	147	PLACILLA	Calabozo	51.03	200
PAREDONES	Quillay	123.88	148	PLACILLA	Manantiales	39.63	201
PAREDONES	San Pedro de Alcántara	149.68	149	PLACILLA	La Dehesa	32.88	202
SAN FERNANDO	Municipalidad	25.52	150	PUMANQUE	Pumanque	98.06	203
SAN FERNANDO	Angostura	30.46	151	PUMANQUE	Ranquilhue	86.28	204
SAN FERNANDO	Roma	63.51	152	PUMANQUE	Nilahue Cornejo	79.59	205
SAN FERNANDO	El Naranjal	82.53	153	PUMANQUE	Nilahue	135.13	206
SAN FERNANDO	Pedehue	10.82	154	PUMANQUE	Reto	42.27	207
SAN FERNANDO	Talcarehue	24.95	155	SANTA CRUZ	Santa Cruz	21.52	208
SAN FERNANDO	Antivero	176.25	156	SANTA CRUZ	Capellanía	18.17	209
SAN FERNANDO	Agua Buena	366.43	157	SANTA CRUZ	Patagüilla	61.80	210
SAN FERNANDO	Isla de Briones	63.87	158	SANTA CRUZ	Panamá	126.82	211
SAN FERNANDO	Sierras de Bellavista	1452.59	159	SANTA CRUZ	Yáquil	65.46	212
SAN FERNANDO	Los Rulos	18.03	160	SANTA CRUZ	La Isla	14.20	213
SAN FERNANDO	Estación	4.90	161	SANTA CRUZ	Barreales	12.54	214
SAN FERNANDO	Matadero	1.32	162	SANTA CRUZ	Paniahue	16.85	215
CHÉPICA	Chépica	57.14	163	SANTA CRUZ	Apalta	53.57	216
CHÉPICA	Paredones de Auquinco	43.92	164	SANTA CRUZ	El Guindo	2.83	217
CHÉPICA	Almendral	87.48	165				
CHÉPICA	Las Palmas	221.64	166				
CHÉPICA	Rinconadas	67.81	167				
CHIMBARONGO	Chimbarongo	14.73	168				
CHIMBARONGO	Cuesta de González	28.91	169				
CHIMBARONGO	Carrizal	65.08	170				
CHIMBARONGO	Pidihuinco	53.29	171				
CHIMBARONGO	Peor es Nada	25.83	172				
CHIMBARONGO	La Merced	59.33	173				
CHIMBARONGO	Convento Viejo	51.39	174				
CHIMBARONGO	Tinguiririca	26.02	175				
CHIMBARONGO	Tres Puentes	36.37	176				
CHIMBARONGO	Las Mariposas	26.44	177				
CHIMBARONGO	El Romeral	29.79	178				
CHIMBARONGO	La Chipana	91.59	179				

Fuente: Elaboración Propia

La figura siguiente presenta una imagen de la división zonal y de las comunas de la región.

FIGURA Nº 3.1-1: ZONIFICACIÓN DEL ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente se incorporó el resto del país, y en particular las comunas de las regiones colindantes agrupadas de acuerdo a como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 3.1-2: ZONAS EXTERNAS DE LA REGIÓN

Región	Zona	Comuna	Nombre
Valparaíso	218	San Antonio	Costa
	218	Algarrobo	
	218	Cartagena	
	218	El Quisco	
	218	El Tabo	
	219	Santo Domingo	Santo Domingo
Metropolitana de Santiago	220	Pirque	Cordillera
	220	San José de Maipo	
	220	Puente Alto	
	221	Paine	Buin-Paine
	221	Buin	
	222	Isla de Maipo	Ruta 78
	222	Talagante	
	222	Padre Hurtado	
	222	Peñaflor	
	222	El Monte	
	223	Calera de Tango	San Bernardo-C. Tango*
	223	San Bernardo	
	224	Melipilla	Melipilla
	225	Alhué	Alhué
	226	San Pedro	San Pedro
Maule	227	Curicó	Curicó-Molina-S. Familia**
	227	Molina	
	227	Sagrada Familia	
	228	Hualañé	Hualañé
	229	Licantén	Licantén
	230	Rauco	Rauco
	231	Romeral	Romeral
	232	Teno	Teno
	233	Vichuquén	Vichuquén

NOTA:*: también incluye las zonas del norte del país
**: también incluye las zonas del sur del país
Fuente: Elaboración Propia

3.3 Definición Preliminar de la Red de Transporte

La red preliminar se construyó a partir de la totalidad de caminos de la región incluyendo secundarios, y descartando vías para la red vial de modelación en la medida en que no se disponga de ningún tipo de información de flujos o que sean caminos carentes de continuidad o no tengan proyectos previstos en el corto y mediano plazo. En este sentido la red definitiva de modelación incorporará además de la Ruta 5, la totalidad de los caminos pavimentados y un alto porcentaje de caminos de tierra o ripio con proyectos o pavimentación prevista.

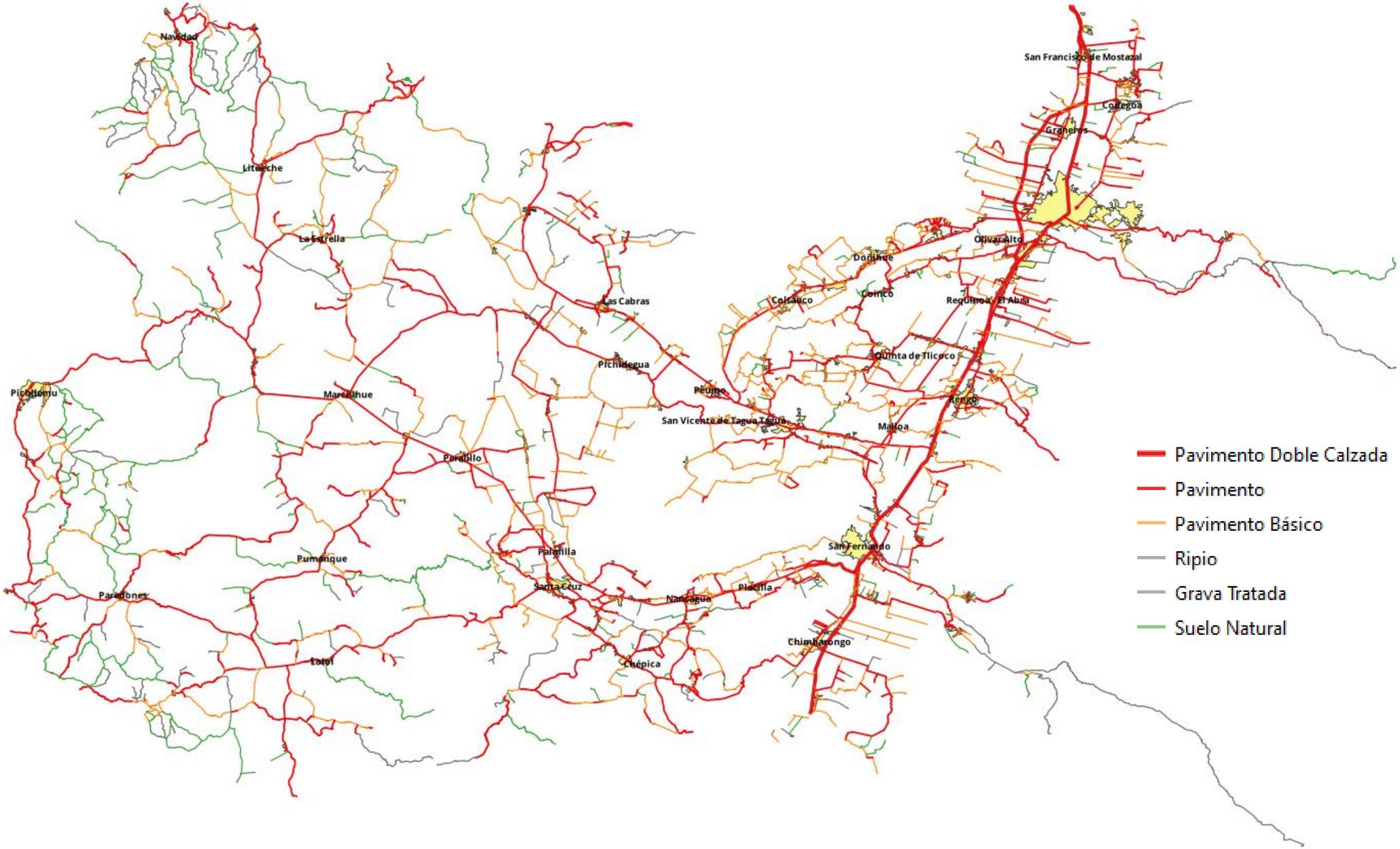
3.3.1 Caracterización de la Red de la Región

En términos generales, la oferta vial se caracteriza por un eje troncal de doble calzada como lo es la Ruta 5, y un conjunto de rutas en su mayoría transversales que conectan las principales ciudades de la región como Pichilemu, San Fernando, Santa Cruz, Rengo, San Vicente de Tagua Tagua, Navidad, Doñihue, Coltauco, Las Cabras, Navidad, etc.

En el sector oriente de la Ruta 5 de la región prácticamente no hay rutas habilitadas, mientras que en el sector central se observa una alta densidad de caminos y localidades pobladas. El sector costero está cercado por grandes acantilados, sin embargo en algunos sectores existe una faja angosta, en donde se emplazan los principales poblados costeros de la región: Pichilemu, Pupuya, Bucalemu y Navidad.

En la siguiente figura se presenta una vista general de los distintos caminos de la región donde se aprecia en color rojo el trazado de Ruta 5 y otras vías pavimentadas, mientras que en naranjo se muestran los caminos básicos, en gris los caminos de ripio, y en verde los caminos de tierra o suelo natural.

FIGURA Nº 3.3-1: PLANO RED VIAL REGIONAL



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Definición de la Red de Modelación Preliminar

Para la definición de la red de modelación preliminar se consideraron los siguientes aspectos:

- La localización de los puntos de encuestas y de mediciones de flujo. Se intentó construir una red que posibilite la posterior modelación de la información recopilada.
- Incorporación de las vías pavimentadas. Estos caminos son obviamente los principales de la región al conectar los principales centros poblados y además los que presentan los mayores flujos vehiculares.
- Otro criterio utilizado fue darle continuidad a los caminos transversales y longitudinales, pensando también en poder conectar adecuadamente las distintas zonas de modelación.
- Se incorporaron vías donde existen proyectos de preinversión realizados o en desarrollo.
- Se incorporaron vías donde existen proyectos de pavimentación como caminos básicos e intermedios aprobados.
- Dar conectividad a centros poblados y APR.

De esta forma se generó una red que contempla una longitud de 3.346 km. Las rutas involucradas son las siguientes:

CUADRO 3.2-1: EXTENSIÓN RED DE MODELACIÓN PRELIMINAR POR ROL REGIÓN O'HIGGINS

ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km
H-10	21,6	H-430	4,9	H-78	20,5	I-212	4,6	I-568	5,9	I-814	7,0	S/R-I-1180	0,2
H-1000	0,4	H-434	6,0	H-784	10,0	I-214	15,0	I-570	9,2	I-815	6,7	S/R-I-134	5,3
H-11	3,5	H-438	1,3	H-788	5,2	I-222	22,5	I-572	16,2	I-82	12,2	S/R-I-142	5,1
H-111	6,0	H-450	10,2	H-790	25,3	I-224	3,9	I-576	12,6	I-826	5,6	S/R-I-160	10,0
H-1170	0,3	H-455	11,8	H-794	0,8	I-226	16,1	I-580	10,5	I-840	2,1	S/R-I-166	7,6
H-140	1,3	H-45-G	3,5	H-800	18,5	I-228	1,3	I-584	6,2	I-842	0,7	S/R-I-186	7,9
H-145	3,6	H-50	13,6	H-806	3,2	I-232	6,7	I-586	1,3	I-850	10,9	S/R-I-254	7,3
H-15	26,6	H-510	7,5	H-810	2,9	I-236	0,9	I-592	1,9	I-85-J	21,9	S/R-I-256	3,8
H-153	2,5	H-511	8,5	H-820	1,4	I-255	2,4	I-594	13,6	I-86	47,2	S/R-I-266	2,3
H-157	2,4	H-516	2,2	H-82-I	38,1	I-300-J	10,4	I-60	38,6	I-866-H	19,4	S/R-I-282	3,0
H-161	0,7	H-521	12,0	H-830	21,2	I-309	8,7	I-610	13,8	I-872	0,3	S/R-I-302	1,3
H-166	0,3	H-530	6,4	H-842	2,1	I-310	8,4	I-620	33,4	I-880	0,6	S/R-I-338	14,4
H-170	1,1	H-540	3,8	H-850	3,7	I-320-H	12,0	I-62-G	25,9	I-890	8,6	S/R-I-352	0,4
H-171	1,3	H-544	2,8	H-858	5,0	I-330	24,9	I-650	33,1	I-90-H	19,3	S/R-I-362	1,4
H-185	1,5	H-56	21,8	H-864	5,2	I-340	6,5	I-660	26,3	nueva	14,5	S/R-I-408	6,2
H-189	8,8	H-564	7,6	H-870	6,7	I-350	10,1	I-674	10,8	Bypass R5	53,1	S/R-I-411	3,0
H-201	3,1	H-574	5,6	H-882	13,9	I-400	21,9	I-678	5,5	Ruta 5	212,9	S/R-I-440-J	8,8
H-210-I	13,4	H-579	1,6	H-92-G	11,2	I-410	27,3	I-688	13,0	Ruta 66	76,1	S/R-I-452	8,2
H-255	11,2	H-580	4,6	I-110	13,2	I-45	74,8	I-690	7,9	Ruta 90	125,8	S/R-I-504	6,6
H-263	3,7	H-584	3,2	I-111	10,7	I-450	21,0	I-70	2,6	S/R-H-1330	0,8	S/R-I-512	7,6
H-27	19,7	H-588	2,1	I-1111	0,8	I-451	14,1	I-700	4,5	S/R-H-1520	0,1	S/R-I-574	5,9
H-270	4,1	H-590	19,1	I-112	29,5	I-458	0,2	I-70-J	19,4	S/R-H-181	1,3	S/R-I-596	4,0

ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km	ROL	Km
H-276	1,9	H-60	15,2	I-116	13,3	I-466	0,8	I-710	7,0	S/R-H-184	5,3	S/R-I-622	5,4
H-286	5,6	H-600	5,3	I-120	14,4	I-490	3,1	I-72	77,0	S/R-H-1866	5,5	S/R-I-716	0,7
H-288	0,7	H-605	4,4	I-128	11,6	I-494	12,0	I-720	7,2	S/R-H-204	3,0	S/R-I-744-J	8,2
H-290	9,2	H-606	2,3	I-132	6,8	I-502	32,7	I-721-H	5,4	S/R-H-332	1,1	S/R-I-764	3,2
H-30	53,0	H-611	4,8	I-138	21,4	I-510	11,5	I-726	2,1	S/R-H-351	2,3	S/R-I-838	4,8
H-312	9,4	H-620	2,3	I-140	3,2	I-511	8,6	I-730	7,5	S/R-H-414	3,6	S/R-I-924	2,2
H-320	11,4	H-634	23,1	I-146	3,3	I-516	4,8	I-736	10,1	S/R-H-420	1,8	S/R-I-946	7,5
H-324	8,5	H-638	1,3	I-150	10,8	I-52	11,4	I-742	6,6	S/R-H-432	5,5	S/R-I-952	10,3
H-328	2,3	H-64	8,1	I-151	17,1	I-520	42,0	I-746	13,0	S/R-H-452	8,1	S/R-I-954	6,6
H-334	2,8	H-640	2,7	I-154	12,3	I-526	5,0	I-756	3,9	S/R-H-454	3,8	S/R-I-958	0,3
H-338	0,8	H-665	10,3	I-158	10,2	I-528	5,1	I-758	10,0	S/R-H-456	3,5	S/R-I-960	7,0
H-342	9,4	H-706	2,4	I-162	12,0	I-530	13,0	I-760	6,8	S/R-H-520	5,2	S/R-I-966	0,9
H-35	30,2	H-710	7,7	I-180	21,3	I-536	2,9	I-766	2,8	S/R-H-582	0,7	S/R-I-968	5,1
H-350	4,3	H-711	9,8	I-184	18,8	I-538	9,5	I-772	4,6	S/R-H-612	1,1	S/R-I-970	4,0
H-38	19,0	H-720	5,5	I-188	11,3	I-540	14,3	I-776	34,4	S/R-H-812	10,2	S/R-I-978	2,2
H-40	19,0	H-734	7,8	I-190	11,4	I-548	2,9	I-788	7,2	S/R-H-828	12,9	S/R-I-988	3,3
H-400	8,0	H-746	1,4	I-192	10,9	I-550	20,0	I-790	16,0	S/R-H-886	0,9	S/R-Ruta 5	0,7
H-405	3,5	H-76-I	68,3	I-194	6,6	I-558	1,6	I-796	9,0	S/R-H-906	0,2	Urbanos	36,8
H-408	3,4	H-772	5,0	I-196	8,2	I-560	1,3	I-80-G	47,7	S/R-I-1004	4,0		
H-409	14,1	H-774	4,1	I-198	5,3	I-562	0,7	I-810	10,8	S/R-I-1048	7,1		
H-418	6,1	H-776	8,6	I-20	27,7	I-566-J	26,1	I-812	3,3	S/R-I-106	8,7		

Fuente: Elaboración propia

En términos de su clasificación se consideraron los siguientes tipos:

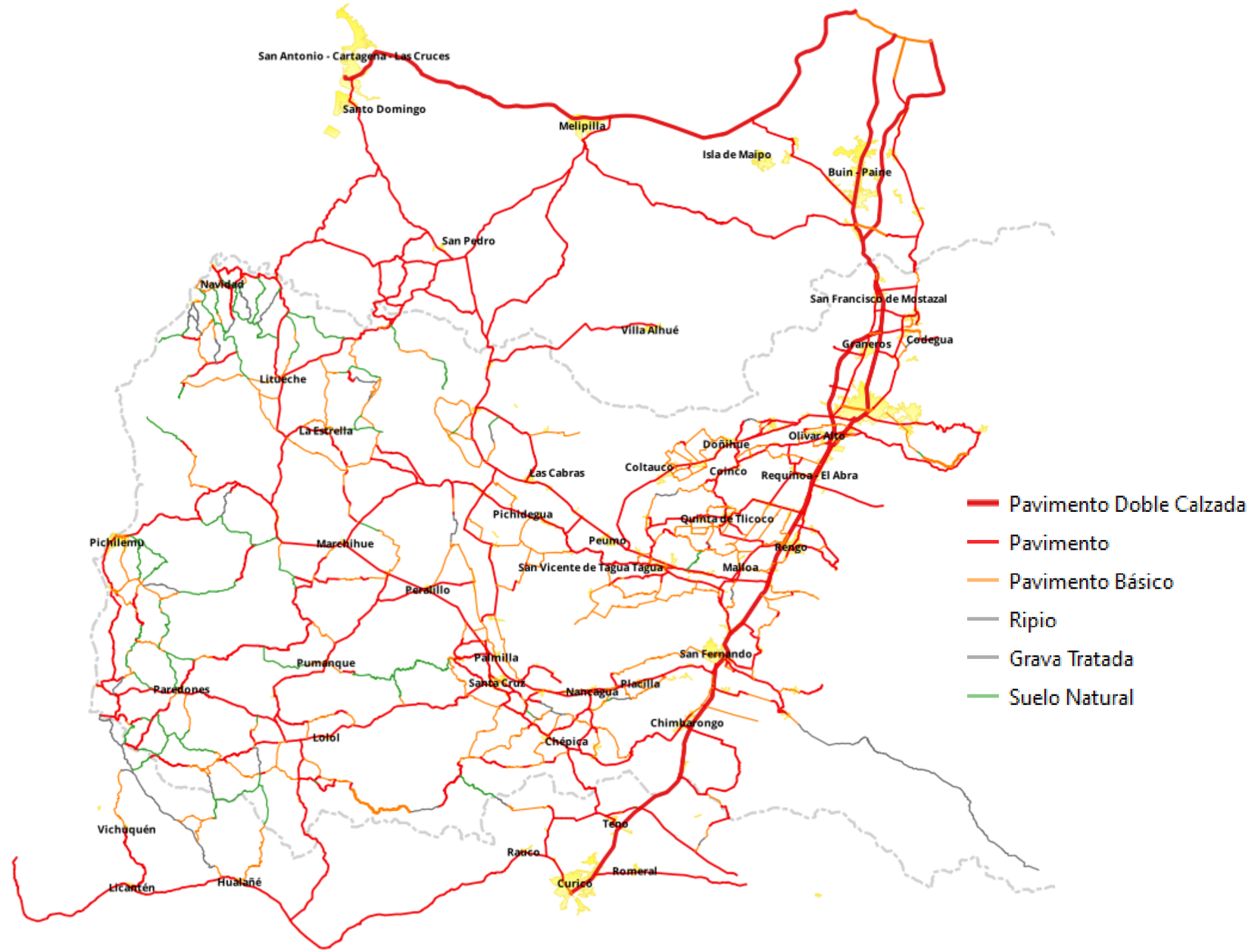
CUADRO 3.2-1: EXTENSIÓN RED DE MODELACIÓN PRELIMINAR SEGÚN CLASIFICACIÓN CAMINO [KM]

Clasificación	Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Región de Valparaíso	Región del Maule	Región Metropolitana de Santiago
Camino Nacional Longitudinal	266,0	0,0	29,3	45,5
Camino Nacional	201,9	48,7	0,0	160,4
Camino Regional Provincial	337,6	4,9	54,7	23,5
Camino Regional Principal	809,9	32,2	244,7	173,8
Camino Regional Comunal	1.545,7	0,0	53,7	82,3
Camino Regional Comunal (Conexión Vial Urbana)	51,3	0,0	2,6	21,6
Camino Regional de Acceso	131,4	0,0	0,0	0,0
Sin Información	1,9	0,0	0,0	31,0
Suma	3.345,7	85,8	385,0	538,1

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se presentan los arcos de modelación considerados. En el anexo del Cap.3 se entrega en formato digital la red y zonas definidas.

FIGURA Nº 3.2-2: RED DE MODELACIÓN PRELIMINAR



Fuente: Elaboración Propia

3.4 Años de Corte, Períodos y Modos de Modelación

Para el desarrollo del estudio y tomando en cuenta lo descrito en sus bases de licitación se consideraron las siguientes definiciones básicas:

- **Años de corte de análisis**: 2024, 2029, 2034 y 2040.

- **Años de corte a Modelar**: 2029 y 2034. Se considera simular el año 2024 (año de calibración) y diez años posteriores al de calibración (2034), en donde se debiera encontrar un número importante de proyectos operativos. A su vez se incorpora como segundo corte el año 2029 para tener una mejor proyección de los beneficios de cada proyecto. Simular años de corte posteriores al año 2034 es muy incierto por los supuestos de los escenarios económicos a realizar para proyectar la demanda de viajes. El corte temporal 2040 se puede extrapolar.

- **Periodos de Modelación**: El modelo de redes calibrado es un modelo que simula los viajes del día.

- **Modos de Transporte**: Se simulan vehículos de transporte privado livianos, vehículos de transporte de carga: camiones simples y camiones articulados y vehículos de pasajeros: buses interurbanos.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

4 ESTUDIOS DE BASE 4-1

4.1 PRESENTACIÓN 4-1
4.2 MEDICIONES DE FLUJO VEHICULAR 4-1
4.3 ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO 4-3
4.3.1 Localización de puntos EOD 4-3
4.3.2 Formularios de encuesta 4-1
4.3.3 Muestra obtenida 4-2
4.3.4 Descripción de la muestra 4-7
4.4 ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS 4-13
4.4.1 Presentación 4-13
4.4.2 Puntos de encuesta 4-13
4.4.3 Diseño del formulario 4-15
4.4.4 Diseño experimental 4-15
4.4.5 Encuestas levantadas 4-15
4.5 MEDICIONES DE TASA DE OCUPACIÓN 4-16
4.5.1 Puntos de medición 4-16
4.5.2 Muestra obtenida 4-17
4.5.3 Estimación de tasas de ocupación 4-18
4.6 MEDICIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE 4-19
4.6.1 Metodología 4-19
4.6.2 Circuitos de medición 4-20
4.7 MEDICIONES DE FLUJO VEHICULAR EN CAMINOS BÁSICOS 4-20
4.7.1 Selección de la muestra 4-20
4.7.2 Fechas de medición 4-24
4.7.3 Flujos medidos 4-26
4.8 CATASTRO DE TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO 4-34
4.8.1 Catastro de Buses Interurbanos 4-34
4.8.2 Catastro de Buses Rurales 4-40

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXO CAP. 4: ESTUDIOS DE BASE
4-1 FORMULARIOS
4-2 KMZ LOCALIZACIÓN MEDICIONES
4-3 FLUJOS VEHICULARES
4-4 ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO
4-5 ESTUDIOS DE PREFERENCIAS DECLARADAS
4-6 TASAS DE OCUPACIÓN
4-7 CATASTRO TRANSPORTE INTERURBANO

4 ESTUDIOS DE BASE

4.1 Presentación

En este capítulo se presentan los resultados del plan de mediciones de terreno realizado durante los meses de octubre y noviembre de 2024. De acuerdo a lo establecido en las bases de licitación se debían realizar conteos de flujos vehiculares, Encuestas Origen-Destino, de Preferencias Declaradas, mediciones de Tasas de Ocupación y de Tiempos de Viaje. En lo que sigue se presenta la logística de las mediciones y los principales resultados obtenidos.

4.2 Mediciones de Flujo Vehicular

Se realizaron mediciones de flujo vehicular en un total de 30 puntos de control, en el horario comprendido entre las 7:30 y las 19:30 horas. Los criterios utilizados para el posicionamiento de los puntos son los siguientes:

- Reproducir la localización de puntos de medición del Plan Nacional de Censos (PNC)
- Incluir puntos de interés para el estudio, tanto por potenciales proyectos de mejoramiento vial como para facilitar la calibración de la red de modelación.

El listado de puntos de medición propuestos se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO 4.2-1: LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES

Punto	Ubicación	Comuna
1	Ruta 66 / Ruta H-692-G Santa Inés	Las Cabras
2	Ruta 90 / I-184	Pichilemu
3	Ruta I-72 / I-532 La Capilla	Paredones
4	I-60 / I-690 Molineros	Peralillo
5	I-45/ I-309 Las Arboledas de Talcarehue	San Fernando
6	Ruta H-65 / H-579 La Chimba	Rengo
7	I-301 / I-151 Roma	San Fernando
8	H 511 / H-521	Rengo
9	Ruta H-35 Sector 7 Puentes	Requínoa
10	Ruta H-15 / H-111 Picarquín	Mostazal
11	I-226 / I-224 Licancheu	Navidad
12	H-10 Paso inferior By Pass Ruta 5	Graneros
13	H-10 / H-210 El Crucero	Rancagua
14	Ruta H-30 / H-210	Rancagua
15	H-882 / H-864 Almahue	Pichidegua
16	Ruta 90 / I-720	Palmilla
17	Ruta 90 / I-850 / I-852 Chacarillas	Nancagua
18	Ruta I-810 / I-796 La Cabrería	Nancagua
19	Ruta I-72 / I-730 Santa Cruz	Santa Cruz
20	Ruta I-86 / I-796 Puquineo	Chépica
21	Ruta 90 / I-350 Apalta	Santa Cruz
22	Ruta H-30 / H-38	Doñihue
23	Ruta H-56 / H-634 Tunca	San Vicente TT
24	H-60 / H-452	Rengo

Punto	Ubicación	Comuna
25	Ruta H-11 / H-15	Codegua
26	Ruta H-15 / H-207 Las Delicias	Rancagua
27	Ruta 5 Km 75	Graneros
28	Ruta H-35 / H-263 Coya	Machalí
29	Ruta H-780 / H-802 La Cebada	Las Cabras
30	Ruta I-20 / H-76 Los Maitenes	Marchigue

Fuente: Elaboración propia

En la figura siguiente se muestra la localización de cada punto y se incluye como anexo kmz con la ubicación.

FIGURA 4.2-1: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN

Fuente: Elaboración propia

Las mediciones de flujo vehicular se desarrollaron entre el 15 y el 29 de octubre, en las fechas que se indican a continuación:

CUADRO 4.2-1: FECHA DE MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES

Punto	Ubicación	Fecha de medición
1	Ruta 66 / Ruta H-692-G Santa Inés	17-10-2024
2	Ruta 90 / I-184	16-10-2024
3	Ruta I-72 / I-532 La Capilla	17-10-2024
4	I-60 / I-690 Molineros	15-10-2024
5	I-45/ I-309 Las Arboledas de Talcarehue	15-10-2024
6	Ruta H-65 / H-579 La Chimba	15-10-2024
7	I-301 / I-151 Roma	15-10-2024
8	H-511 / H-521	16-10-2024
9	Ruta H-35 Sector 7 Puentes	16-10-2024
10	Ruta H-15 / H-111 Picarquín	17-10-2024
11	I-226 / I-224 Licancheu	22-10-2024
12	H-10 Paso inferior By Pass Ruta 5	17-10-2024
13	H-10 / H-210 El Crucero	16-10-2024
14	Ruta H-30 / H-210	17-10-2024
15	H-882 / H-864 Almahue	15-10-2024
16	Ruta 90 / I-720	15-10-2024
17	Ruta 90 / I-850 / I-852 Chacarillas	23-10-2024
18	Ruta I-810 / I-796 La Cabrería	15-10-2024
19	Ruta I-72 / I-730 Santa Cruz	15-10-2024
20	Ruta I-86 / I-796 Puquineo	15-10-2024
21	Ruta 90 / I-350 Apalta	15-10-2024
22	Ruta H-30 / H-38	16-10-2024
23	Ruta H-56 / H-634 Tunca	16-10-2024
24	H-60 / H-452	16-10-2024
25	Ruta H-11 / H-15	17-10-2024
26	Ruta H-15 / H-207 Las Delicias	16-10-2024
27	Ruta 5 Km 75	29-10-2024
28	Ruta H-35 / H-263 Coya	16-10-2024
29	Ruta H-780 / H-802 La Cebada	16-10-2024
30	Ruta I-20 / H-76 Los Maitenes	15-10-2024

Fuente: Elaboración propia

El detalle de los movimientos medidos por punto y los resultados, se incluye en anexos digitales.

Respecto a la composición vehicular de los tránsitos en el siguiente cuadro y figura se representan los flujos totales medidos en cada punto de medición segmentado según tipología vehicular.

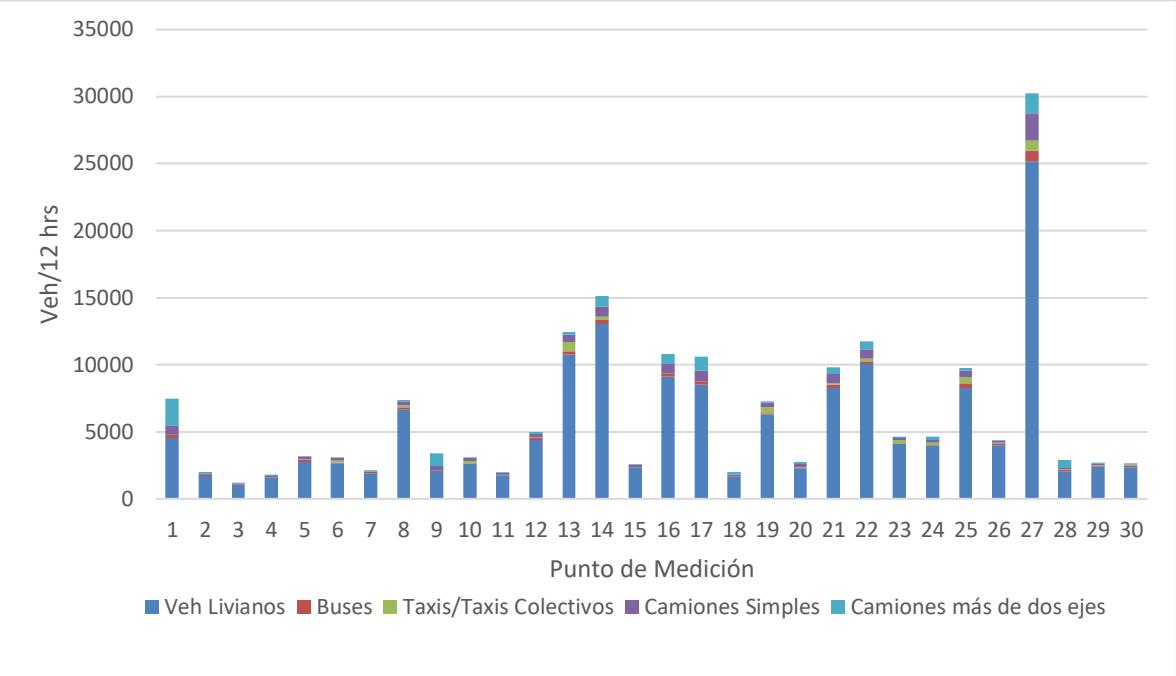
CUADRO 4.2-2: DISTRIBUCIÓN SEGÚN CATEGORÍA VEHICULAR POR PUNTO DE MEDICIÓN

PC	Ubicación Punto	Veh Livianos	Buses	Taxis/Taxis Colectivos	Camiones Simples	Camiones más de dos ejes	Total
1	Ruta 66 / Ruta H-692-G Santa Inés	4.536	228	5	720	1.977	7.466
2	Ruta 90 / I-184	1.713	71	15	125	66	1.990
3	Ruta I-72 / I-532 La Capilla	1.053	28	0	54	14	1.149
4	I-60 / I-690 Molineros	1.560	43	13	80	92	1.788
5	I-45/ I-309 Las Arboledas de Talcarehue	2.759	112	85	203	46	3.205
6	Ruta H-65 / H-579 La Chimba	2.670	36	151	163	55	3.075
7	I-301 / I-151 Roma	1.899	121	16	55	22	2.113
8	H 511 / H-521	6.699	117	178	262	132	7.388
9	Ruta H-35 Sector 7 Puentes	2.099	53	5	311	943	3.411
10	Ruta H-15 / H-111 Picarquín	2.591	26	164	240	58	3.079
11	I-226 / I-224 Licancheu	1.754	41	28	134	63	2.020
12	H-10 Paso inferior By Pass Ruta 5	4.369	180	61	242	114	4.966
13	H-10 / H-210 El Crucero	10.772	209	707	560	217	12.465
14	Ruta H-30 / H-210	13.021	294	278	723	808	15.124
15	H-882 / H-864 Almahue	2.292	67	8	180	69	2.616
16	Ruta 90 / I-720	9.110	228	2	695	756	10.791
17	Ruta 90 / I-850 / I-852 Chacarillas	8.500	243	21	775	1.081	10.620
18	Ruta I-810 / I-796 La Cabrería	1.675	8	33	105	167	1.988
19	Ruta I-72 / I-730 Santa Cruz	6.284	100	432	359	119	7.294
20	Ruta I-86 / I-796 Puquineo	2.242	65	54	221	143	2.725
21	Ruta 90 / I-350 Apalta	8.283	235	88	721	501	9.828
22	Ruta H-30 / H-38	10.064	136	234	740	550	11.724
23	Ruta H-56 / H-634 Tunca	4.068	44	296	115	93	4.616
24	H-60 / H-452	3.968	40	181	192	246	4.627
25	Ruta H-11 / H-15	8.270	357	453	492	209	9.781
26	Ruta H-15 / H-207 Las Delicias	3.986	144	70	148	32	4.380
27	Ruta 5 Km 75	25.160	820	731	2.052	1.494	30.257
28	Ruta H-35 / H-263 Coya	2.028	131	17	133	611	2.920
29	Ruta H-780 / H-802 La Cebada	2.401	22	92	131	18	2.664
30	Ruta I-20 / H-76 Los Maitenes	2.365	87	25	54	124	2.655

Fuente: Elaboración propia

Como resulta evidente, el punto sobre Ruta 5 presenta el mayor volumen de tránsito, si bien también presentan volúmenes considerables los puntos sobre las rutas H-10, H-11, H-30, I-72 y ruta 90. Sobre el 80% del flujo medido en 12 horas corresponde a vehículos livianos, seguido en importancia por los camiones de dos y más ejes.

FIGURA 4.2-3: DISTRIBUCIÓN SEGÚN CATEGORÍA VEHICULAR POR PUNTO DE MEDICIÓN



4.3 Encuestas Origen – Destino

4.3.1 Localización de puntos EOD

Se propuso un plan de mediciones de encuestas origen-destino que contempló encuestas en 30 secciones bidireccionales de vías, donde se dispusieron encuestadores en ambos sentidos de circulación para realizar una serie de consultas a los vehículos livianos y de carga.

Para desarrollar esta actividad se realizaron gestiones con el mandante para conseguir la presencia de funcionarios de Carabineros de Chile, incluyendo además a la inspección fiscal y la empresa concesionaria para los puntos ubicados sobre la Ruta 5. En simultáneo con la realización de encuestas, se desarrollaron conteos de flujo vehicular para estimar la muestra obtenida y posteriormente los factores de expansión de cada observación.

En primer lugar se presenta la definición de la localización de los puntos de encuesta y las fechas en que se realizaron dichas mediciones.

CUADRO 4.3-1: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE EOD

PC	Ubicación (hito o tramo)	Fecha encuestas
1	Ruta 5 sector peaje Angostura	21-11-2024
2	Ruta 5 al sur de Requínoa	21-11-2024
3	Ruta 5 al norte de Polonia (Km 127)	21-11-2024
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca	12-11-2024
5	Ruta H-30 sector parque Safari	12-11-2024
6	Ruta H-30 sector Idahue	13-11-2024
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa	14-11-2024
8	Ruta H-76 sector Larmahue	07-11-2024
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio	13-11-2024
10	Ruta 90 Al Sur de Peralillo	14-11-2024
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue	20-11-2024
12	Ruta I-72 Sector Viña Santa Cruz	22-10-2024
13	Ruta I-80-G Al Sur de Litueche	21-11-2024
14	Ruta I-86 sector Paredones de Auquinco	24-10-2024
15	Ruta 66 sector El Tabón	19-11-2024
16	Ruta H-40 sector Olivar Bajo	06-11-2024
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa	19-11-2024
18	Ruta I-502 al sur de Punta de Lobos	21-11-2024
19	Ruta I-72 Sector La Cabaña	23-10-2024
20	Ruta H-60 al oriente de Panquehue	05-11-2024
21	Ruta I-90-H sector Angostura de San Fernando	24-10-2024
22	Ruta H-50 Sector Santa Isabel	06-11-2024
23	Ruta 5 Sector Planta Unifrutti Teno	21-11-2024
24	Ruta H-15 al sur de Codegua	07-11-2024
25	Ruta H-56 sector El Guapi	05-11-2024
26	Ruta H-76 al poniente de Pichidegua	20-11-2024
27	Ruta I-70-J al norte del límite regional	22-10-2024
28	Ruta I-30-J sector cuesta El Peral	23-10-2024
29	Ruta I-80-G puente río Rapel	29-10-2024
30	Ruta I-62-G al norte de Central Rapel	29-10-2024

Fuente: Elaboración propia

Se destaca que, salvo en el caso de Ruta 5 donde se realizaron cuatro puntos simultáneamente, se debió avanzar a razón de dos puntos por día debido a restricciones en la disponibilidad de funcionarios policiales.

En la figura siguiente se muestra la localización de cada punto y se incluye anexo con kmz.

FIGURA 4.3-1: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE ENCUESTA

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Formularios de encuesta

Se realizaron encuestas a usuarios de vehículos livianos y a conductores de vehículos de carga. En ambos casos se consultó el origen y destino del viaje, pero en el segundo caso se incluyeron consultas específicas del tipo de carga y volumen movilizado. En todos los casos se solicitó una caracterización de la extensión del viaje realizado (horas).

En lo que se refiere a las variables de segmentación de los viajeros, se incorporaron consultas orientadas a discriminar según número de pasajeros y propósito del viaje. Mientras que en los vehículos de carga, se consulta según tipo de camión, por la tara del vehículo y carga transportada, considerando las tipologías esperadas en el área de estudio. A continuación, se indican los antecedentes consultados y/o registrados en ambos formularios.

Formulario EOD

1) Consultas Generales:
   - Fecha de medición
   - Punto de Control
   - Movimiento Encuestado
   - Nombre del encuestador y supervisor
2) Características del Vehículo:
   - Hora de Medición
   - Tipo de vehículo
     - (1) Autos
     - (2) Camionetas
     - (3) Van, furgón
     - (4) Jeep., SUV
   - Número de personas que viajan
3) Origen del Viaje y Destino del Viaje:
   - A nivel de ciudad o localidad
4) Variables de Segmentación
   - Propósito del Viaje
     - (1) Trabajo
     - (2) Turismo, Recreación, visita familiar/amigos
     - (3) Salud
     - (4) Compras
     - (5) Educación
     - (6) Trámites, Diligencias
     - (7) Otras
   - Quién paga el Viaje
     - (1) El Conductor

    - (2) Entre los Acompañantes
    - (3) El Empleador
    - (4) Otros
- Cuánto demora el Viaje
- Frecuencia del viaje
- Marca y modelo del vehículo
- Antigüedad del vehículo
    - (1) Nuevo (2020 en adelante)
    - (2) Regular (2015 al 2020)
    - (3) Antiguo (antes del 2015)

Consultas específicas de Vehículos de carga

1) Variables de Segmentación
    a. Tipo de vehículo
        - (1) Camión de 2 ejes
        - (2) Camión de más de 2 ejes
        - (3) Camión Semi Remolque
        - (4) Camión con Remolque
    - Carga Transportada
    - Cantidad de carga transportada

Los formularios utilizados se reportan en los anexos digitales.

4.3.3 Muestra obtenida

En los cuadros siguientes se presenta la muestra obtenida en cada punto de control, por movimiento y tipo de vehículo.

En cada punto de control se determina un tamaño muestral que permita estimar los viajes entre O y D (N_{OD}) al 95% de confianza y con un error máximo del 10%, para los viajes que se presentan en una proporción superior al 50%. En el caso de un muestreo aleatorio simple (m.a.s.), puede demostrarse que el tamaño de muestra para un error máximo igual a e y un nivel de confianza de 1-α queda determinado por la siguiente expresión:

$$\eta \geq \frac{\rho(1-\rho)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{\rho(1-\rho)}{N}} \qquad \textbf{(1)}$$

donde:

η: Número de vehículos a encuestar
ρ**:** Proporción de viajes con un destino determinado
e**:** Nivel aceptable de error (expresado como una proporción)

***z*:** Variable normal estándar para el nivel de confianza requerido
***N*:** Flujo total observado de vehículos de transporte privado en el punto de control

La fórmula (1) se utilizó para calcular la tasa muestral requerida para el nivel de flujo observado, imponiendo un error máximo tolerable del 10% para viajes con ocurrencia mayor al 50% y un nivel de confiabilidad del 95%.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO 4.3-2: TASAS MUESTRALES ENCUESTAS EOD – VEHÍCULOS LIVIANOS

PC	Movimiento	Nº Vehículos	Nº Encuestas	Tasa Muestral	Tasa Muestral requerida	Cumplimiento Tasa Muestral
1	11	14.288	2.419	17%	1%	Cumple
1	31	13.845	2.431	18%	1%	Cumple
2	11	9.615	1.921	20%	1%	Cumple
2	31	9.876	1.843	19%	1%	Cumple
3	11	9.500	1.819	19%	1%	Cumple
3	31	9.752	1.901	19%	1%	Cumple
4	21	3.679	212	6%	3%	Cumple
4	41	3.978	178	4%	2%	Cumple
5	21	4.850	139	3%	2%	Cumple
5	41	6.034	128	2%	2%	Cumple
6	11	1.155	173	15%	8%	Cumple
6	31	1.229	199	16%	7%	Cumple
7	21	2.775	277	10%	3%	Cumple
7	41	2.806	281	10%	3%	Cumple
8	21	699	217	31%	11%	Cumple
8	41	735	272	37%	11%	Cumple
9	21	3.772	134	4%	2%	Cumple
9	41	3.706	211	6%	3%	Cumple
10	21	2.539	105	4%	4%	Cumple
10	41	2.586	117	5%	4%	Cumple
11	21	1.352	71	5%	7%	No cumple*
11	41	1.432	54	4%	6%	No cumple
12	21	1.105	90	8%	8%	Cumple
12	41	1.006	119	12%	8%	Cumple
13	11	937	57	6%	9%	No cumple
13	31	917	80	9%	9%	No cumple*
14	21	346	101	29%	21%	Cumple
14	41	328	79	24%	22%	Cumple
15	11	1.812	112	6%	5%	Cumple
15	31	1.791	83	5%	5%	No cumple*
16	21	2.139	218	10%	4%	Cumple
16	41	2.083	295	14%	4%	Cumple
17	21	2.877	91	3%	3%	No cumple*
17	41	3.430	127	4%	3%	Cumple
18	11	1.772	226	13%	5%	Cumple
18	31	1.717	207	12%	5%	Cumple
19	21	387	86	22%	20%	Cumple
19	41	360	79	22%	21%	Cumple
20	21	4.373	158	4%	2%	Cumple

PC	Movimiento	Nº Vehículos	Nº Encuestas	Tasa Muestral	Tasa Muestral requerida	Cumplimiento Tasa Muestral
20	41	3.731	208	6%	2%	Cumple
21	11	1.964	104	5%	5%	Cumple
21	31	1.805	124	7%	5%	Cumple
22	11	1.439	272	19%	6%	Cumple
22	31	1.329	267	20%	6%	Cumple
23	11	6.520	1.329	20%	1%	Cumple
23	31	4.385	1.145	26%	2%	Cumple
24	11	1.187	322	27%	7%	Cumple
24	31	1.224	284	23%	7%	Cumple
25	21	863	162	19%	10%	Cumple
25	41	615	181	29%	13%	Cumple
26	21	1.110	69	6%	8%	No cumple*
26	41	1.231	104	8%	7%	Cumple
27	11	262	186	71%	27%	Cumple
27	31	263	179	68%	27%	Cumple
28	21	948	212	22%	9%	Cumple
28	41	934	270	29%	9%	Cumple
29	11	667	298	45%	12%	Cumple
29	31	639	256	40%	13%	Cumple
30	21	887	124	14%	10%	Cumple
30	41	908	137	15%	10%	Cumple

Fuente: Elaboración propia. (*: cumple al 90% de confianza)

Como se observa, en el caso de los vehículos livianos se logró cumplir con el muestreo requerido en la mayoría de los puntos de control. En algunos casos se logra cumplir considerando un intervalo de confianza mayor. En algunos movimientos de los puntos 11 y 13 no se logró una muestra satisfactoria, lo que se explica posteriormente.

En el caso de los vehículos pesados, los resultados obtenidos son menos favorables como se muestra en el cuadro:

CUADRO 4.3-2: TASAS MUESTRALES ENCUESTAS EOD – CAMIONES

PC	Movimiento	Nº Vehículos	Nº Encuestas	Tasa Muestral	Tasa Muestral requerida	Cumplimiento Tasa Muestral
1	11	2.977	575	19%	3%	Cumple
1	31	3.118	632	18%	3%	Cumple
2	11	2.580	504	20%	4%	Cumple
2	31	2.754	470	19%	3%	Cumple
3	11	1.537	314	19%	6%	Cumple
3	31	1.861	412	19%	5%	Cumple
4	21	556	74	6%	15%	No cumple*
4	41	747	42	4%	11%	No cumple
5	21	754	13	3%	11%	No cumple
5	41	796	14	2%	11%	No cumple
6	11	363	59	15%	21%	No cumple*
6	31	309	34	16%	24%	No cumple
7	21	925	32	10%	9%	No cumple
7	41	945	21	10%	9%	No cumple

PC	Movimiento	Nº Vehículos	Nº Encuestas	Tasa Muestral	Tasa Muestral requerida	Cumplimiento Tasa Muestral
8	21	28	9	31%	77%	No cumple
8	41	32	8	37%	75%	No cumple
9	21	595	25	4%	14%	No cumple
9	41	610	33	6%	14%	No cumple
10	21	363	16	4%	21%	No cumple
10	41	407	41	5%	19%	No cumple
11	21	306	10	5%	24%	No cumple
11	41	305	4	4%	24%	No cumple
12	21	134	20	8%	42%	No cumple
12	41	145	9	12%	40%	No cumple
13	11	229	2	6%	30%	No cumple
13	31	269	6	9%	26%	No cumple
14	21	20	12	29%	83%	No cumple
14	41	43	18	24%	69%	No cumple
15	11	1.006	17	6%	9%	No cumple
15	31	939	5	5%	9%	No cumple
16	21	176	15	10%	35%	No cumple
16	41	196	11	14%	33%	No cumple
17	21	1.070	11	3%	8%	No cumple
17	41	1.049	36	4%	8%	No cumple
18	11	88	17	13%	52%	No cumple
18	31	73	10	12%	57%	No cumple
19	21	71	12	22%	57%	No cumple
19	41	54	10	22%	64%	No cumple
20	21	464	22	4%	17%	No cumple
20	41	333	3	6%	22%	No cumple
21	11	147	9	5%	40%	No cumple
21	31	140	8	7%	41%	No cumple
22	11	64	16	19%	60%	No cumple
22	31	67	6	20%	59%	No cumple
23	11	2.018	432	20%	5%	Cumple
23	31	2.431	505	26%	4%	Cumple
24	11	90	13	27%	52%	No cumple
24	31	82	20	23%	54%	No cumple
25	21	62	24	19%	61%	No cumple
25	41	71	17	29%	57%	No cumple
26	21	54	2	6%	64%	No cumple
26	41	62	5	8%	61%	No cumple
27	11	72	49	71%	57%	Cumple
27	31	58	43	68%	62%	Cumple
28	21	255	61	22%	27%	No cumple*
28	41	214	45	29%	31%	No cumple
29	11	76	34	45%	56%	No cumple
29	31	85	36	40%	53%	No cumple
30	21	155	22	14%	38%	No cumple
30	41	131	20	15%	42%	No cumple

Fuente: Elaboración propia. (*: cumple al 90% de confianza)

En este caso, la mayoría de los puntos no se consiguió el tamaño muestral requerido, lo que se debería a alguno de los factores siguientes:

- Los volúmenes de flujo de camiones son muy bajos, lo que obligaba en la práctica a realizar un censo (encuestar a todos los camiones) situación que no resultaba factible.
- En general, el espacio para lograr las detenciones de los vehículos resultaba insuficiente para que pudieran estacionarse los camiones sin afectar el tránsito normal. Esto pese a que se buscaron lugares con mayor espacio y se siguieron las recomendaciones de carabineros al respecto.
- En numerosos puntos, personal de carabineros optaba por no detener camiones de ningún tipo por considerar que generaría una situación insegura para la circulación. Es el caso de los puntos 7, 15, 17, 20 y 22.
- Finalmente, el aspecto más complejo para lograr muestras adecuadas (tanto de vehículos livianos como de camiones) fue la disponibilidad de funcionarios policiales durante las 12 horas de medición. En el cuadro se muestra el detalle de horas en que se contó con al menos un funcionario de carabineros por punto de control:

CUADRO 4.3-1: PRESENCIA DE CARABINEROS POR PUNTO DE EOD

PC	Horas AM	Horas PM	Observaciones
1			No hubo comentarios
2			No hubo comentarios
3			No hubo comentarios
4	4	2,5	En horarios diferenciados (8:00 a 10:45, 11:40 a 13:00, 15:40 a 17:20 y18:00 a 19:00
5	4	0	No contaban con carabineros para la tarde
6	5,5	3,5	Pausa entre 13 y 15:30 hrs.
7	5	2,25	Ciclovía dificulta detener vehículos
8	3	3,75	Pausa entre 12:10 y 15:20 hrs.
9	3	1	En horarios segmentados 8:30 a 9:35, 10:15 a 11:30, 12:00 a 12:40 y 15:40 a 16:55
10	0,5	3,25	Horarios de 10:40 a 11:15, 14:15 a 15:30 y17:00 a 19:05. Hecho policial a las 11:15 durante encuestas.
11	2,5	0	Funcionarios en procedimientos desde 12:00 hrs
12	4	0	Horarios 9:00 a 11:00 y 12:30 a 14:40
13	2	0	Horario 11:00 a 13:00
14	3,75	0,5	Horarios 8:15 a 12:00 y18:00 a 18:25 por falta de funcionarios
15	2,5	1,75	Horario 9:30 a 12:00 y 15:30 a 17:15
16	4	2	Servicio a 9:00 a 15:00 por falta de funcionarios
17	2	1,25	Sentido PO de 9:00 a 9:30 y10:55 a 12:20. Sentido OP de 18:00 a 19:15
18	3	0	Horario de 8:40 a 10:55 y 12:00 a 13:00
19	3	1,5	Horario 10:00 a 14:30
20	2	4,5	Sentido OP de 9:50 a 12:00 y 12:40 a 14:00, sentido PO en localización diferente por seguridad de 14:30 a 17:00 y de 18:00 a 18:30
21	3	1	Horarios de 9:00 a 11:00, 12:00 a 13:00 y16:00 a 17:00
22	3,75	3,25	Horario de 9:30 a 13:15 y 15:15 a 18:30
23			No hubo comentarios
24	5	4	Pausa entre 13 y 15 hrs.
25	3	2	Horarios entre 8:00 a 10:00, 11:00 a 12:00, 15:00 a 15:40 y 17:15 a 18:30
26	1,25	0,75	Horarios 12:10 a 13:30 y 16:00 a16:45
27			No se dispuso de carabineros. Se aprovechó banderero.
28	5	3,5	Horario 8:30 a 13:30 y 15:30 a 19:00

PC	Horas AM	Horas PM	Observaciones
29	5	4,5	Horario de 8:00 a 13:00 y 15:00 a 19:30
30	2,5	1	Horario de 9:00 a 11:30 y 15:50 a 16:45

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Descripción de la muestra

Se presenta a continuación el análisis descriptivo de la muestra obtenida, considerando las distintas consultas efectuadas:

CUADRO 4.3-2: TIPO DE VEHÍCULO ENCUESTADO – MUESTRA VEH. LIVIANOS/CAMIONES

Tipo de vehículo	Encuestas	Participación %
Automóviles	10.779	46%
Camionetas	7.399	31%
Van, Furgones	1.216	5%
Jeeps, SUV	4.161	18%
Total	**23.555**	**100%**
Camión de dos ejes	2.151	43%
Camión de más de dos ejes	1.588	32%
Camión Semiremolque	248	5%
Camión con remolque	958	19%
Total	**4.945**	**100%**

Como se observa, la mayor parte de los vehículos encuestados corresponde a automóviles con casi un 47% de la muestra, seguido de camionetas (31%) y Jeeps/SUV (18%). En el caso de los camiones casi un 45% son camiones simples de dos ejes. Dentro de los camiones de más de dos ejes los camiones de más de dos ejes son los más frecuentes.

Si se analiza la tasa de ocupación, determinada a partir del número de personas que viajan, esta resulta muy similar entre los distintos puntos de medición:

CUADRO 4.3-2: TASA DE OCUPACIÓN MEDIA – MUESTRA VEH. LIVIANOS

Punto de Control	Movimiento				Total
	11	21	31	41	
1	2,04		2,09		2,06
2	2,12		2,01		2,07
3	2,13		1,99		2,06
4		1,83		1,79	1,81
5		1,53		1,51	1,52
6	1,53		1,81		1,68
7		2,05		1,71	1,88
8		2,04		1,67	1,83
9		1,60		1,69	1,66
10		1,79		1,72	1,75
11		1,76		1,76	1,76
12		1,91		1,75	1,82

Punto de Control	Movimiento				Total
	11	21	31	41	
13	1,93		1,81		1,86
14		1,69		1,72	1,71
15	1,68		1,99		1,81
16		1,67		1,75	1,72
17		1,89		1,59	1,72
18	1,67		1,65		1,66
19		1,81		1,65	1,73
20		1,51		2,07	1,83
21	1,72		1,65		1,68
22	1,56		1,91		1,73
23	2,14		2,12		2,13
24	1,86		1,96		1,91
25		1,64		1,98	1,82
26		1,72		1,88	1,82
27	1,82		1,89		1,86
28		2,14		1,70	1,89
29	2,10		1,97		2,04
30		2,10		2,13	2,12
Total	**2,04**	**1,83**	**2,01**	**1,77**	**1,97**

Fuente: Elaboración propia

Al analizar el propósito del viaje, se tiene que el propósito Trabajo es el más destacado en el total de los puntos de control, seguido del propósito Trámites, Turismo y Otros.

CUADRO 4.3-2: PROPÓSITO DE VIAJE POR PUNTO DE CONTROL – MUESTRA VEH. LIVIANOS

Punto de Control	Movimiento	Trabajo	Turismo /Recreación	Salud	Compras	Educación	Trámites /Diligencias	Otros	Total
1	11	1.461		150	201	61	338	208	2.419
	31	1.483		124	200	61	343	222	2.433
2	11	1.194		99	150	37	250	192	1.922
	31	1.155		64	138	40	273	180	1.850
3	11	1.107		98	148	40	263	163	1.819
	31	1.185		75	144	36	260	201	1.901
4	21	133	13	16	9	9	27	5	212
	41	109	9	21	9	8	14	8	178
5	21	83	9	20	10	2	10	5	139
	41	70	7	21	12	3	13	2	128
6	11	105	11	16	12	4	20	5	173
	31	127	4	14	13	13	13	15	199
7	21	176	14	21	14	3	24	25	277
	41	160	19	37	17	11	32	5	281
8	21	103	11	26	20	8	31	18	217
	41	147	19	31	36	10	21	8	272
9	21	92	4	12	11	4	6	5	134
	41	117	16	23	21	15	17	2	211
10	21	62	11	8	6	6	5	7	105

Punto de Control	Movimiento	Trabajo	Turismo /Recreación	Salud	Compras	Educación	Trámites /Diligencias	Otros	Total
	41	83	5	7	9	2	5	6	117
11	21	47	12	1	1		9	1	71
	41	21	4	14	4	2	7	2	54
12	21	55	8	4	4	4	13	2	90
	41	59	4	19	14	3	18	2	119
13	11	19	12	4	8	2	8	4	57
	31	34	5	3	7	3	18	10	80
14	21	67	8	5	6	2	6	7	101
	41	42	11	5	8	3	8	2	79
15	11	60	10	14	16	1	11		112
	31	57	6	4	5	2	6	3	83
16	21	111	11	13	18	17	16	32	218
	41	125	21	29	20	31	26	43	295
17	21	49	10	12	8	3	7	2	91
	41	78	7	16	5	3	13	5	127
18	11	107	24	5	22	27	15	26	226
	31	102	38	4	18	12	26	7	207
19	21	51	13	10	4		7	1	86
	41	44	7	6	5		7	10	79
20	21	83	5	29	12	4	18	7	158
	41	128	14	19	12	7	23	5	208
21	11	43	10	14	17	5	14	1	104
	31	72	3	12	5	6	21	5	124
22	11	198	21	10	17	9	14	3	272
	31	163	10	16	18	28	20	12	267
23	11	782		69	119	33	187	144	1.334
	31	752		44	80	12	127	127	1.142
24	11	149	13	29	62	29	33	7	322
	31	141	18	19	25	20	18	43	284
25	21	115	5	4	10	9	5	14	162
	41	101	4	12	18	24	16	6	181
26	21	35	4	3	9	7	5	6	69
	41	62	7	11	6	4	13	1	104
27	11	113	40	1	4	10	9	9	186
	31	127	19	3	2	2	4	22	179
28	21	154	20	8	10	4	5	11	212
	41	184	11	5	15	14	19	22	270
29	11	123	30	17	45	12	13	58	298
	31	92	59	25	36	9	25	10	256
30	21	68	17	3	5	1	10	20	124
	41	52	22	23	13	1	20	6	137
	Total	**14.017**	**695**	**1.427**	**1.893**	**738**	**2.805**	**1.980**	**23.555**

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la consulta de quién financia el viaje, en la mayor parte de los viajes encuestados es el propio conductor y en menor medida por el empleador del chofer:

CUADRO 4.3-2: QUIÉN FINANCIA EL VIAJE POR PUNTO DE CONTROL – MUESTRA VEH. LIVIANOS

EOD	Conductor	Acompañantes	Empleador	Otros	Encuestas
1	64%	18%	16%	1%	4.852
2	63%	17%	18%	2%	3.772
3	61%	20%	17%	2%	3.720
4	73%	4%	22%	1%	390
5	69%	1%	29%	0%	267
6	72%	1%	26%	1%	372
7	75%	0%	24%	1%	558
8	79%	7%	14%	0%	489
9	67%	1%	32%	0%	345
10	68%	7%	24%	1%	222
11	57%	6%	37%	1%	125
12	73%	3%	24%	0%	209
13	77%	2%	21%	0%	137
14	73%	1%	26%	0%	180
15	73%	4%	23%	0%	195
16	81%	4%	14%	2%	513
17	69%	4%	27%	0%	218
18	84%	6%	10%	0%	433
19	64%	5%	30%	1%	165
20	77%	3%	19%	0%	366
21	73%	4%	21%	1%	228
22	72%	3%	25%	0%	539
23	65%	16%	17%	1%	2.476
24	77%	5%	19%	0%	606
25	78%	3%	18%	1%	343
26	73%	6%	20%	1%	173
27	62%	4%	33%	1%	365
28	62%	3%	33%	2%	482
29	85%	3%	11%	1%	554
30	59%	14%	21%	6%	261
Muestra	**67%**	**13%**	**19%**	**1%**	**23.555**

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la consulta de la antigüedad del vehículo, en la mayor parte de los casos son vehículos nuevos o regulares, es decir de menos de 15 años de antigüedad.

CUADRO 4.3-2: ANTIGÜEDAD VEHÍCULOS POR PUNTO DE CONTROL – MUESTRA VEH. LIVIANOS

EOD	Nuevo	Regular	Antiguo	Encuestas
1	40%	42%	18%	4.852
2	39%	43%	18%	3.772
3	40%	44%	17%	3.720
4	32%	21%	47%	390
5	48%	18%	34%	267
6	38%	23%	38%	372
7	42%	21%	37%	558
8	34%	22%	45%	489
9	37%	29%	34%	345
10	36%	23%	40%	222
11	30%	35%	35%	125

EOD	Nuevo	Regular	Antiguo	Encuestas
12	37%	25%	37%	209
13	33%	26%	41%	137
14	34%	36%	30%	180
15	44%	22%	34%	195
16	26%	29%	45%	513
17	32%	27%	41%	218
18	25%	28%	47%	433
19	36%	30%	34%	165
20	33%	27%	40%	366
21	33%	22%	45%	228
22	39%	22%	40%	539
23	39%	42%	19%	2.476
24	23%	28%	49%	606
25	27%	22%	50%	343
26	34%	28%	38%	173
27	45%	30%	25%	365
28	35%	31%	34%	482
29	33%	23%	44%	554
30	33%	34%	34%	261
Muestra	**37%**	**36%**	**26%**	**23.555**

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los camiones se consultó acerca del tipo de carga transportada, obteniéndose los siguientes totales clasificados de cargas por tipo.

CUADRO 4.3-2: TIPOS DE CARGA POR TIPO – MUESTRA CAMIONES

Tipo Carga	Nº Camiones	%
Minera	343	7%
Forestal	387	8%
Pesquera	356	7%
Agrícola	598	12%
Ganadera	451	9%
Manufacturera	315	6%
Combustibles	317	6%
Construcción	739	15%
Alimentos	479	10%
Retail	218	4%
Otro	348	7%
Vacío	394	8%
Total	**4.945**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Predomina la carga de Materiales de Construcción, Carga Agrícola y Alimentos, que en total representan casi el 40 % de los camiones.

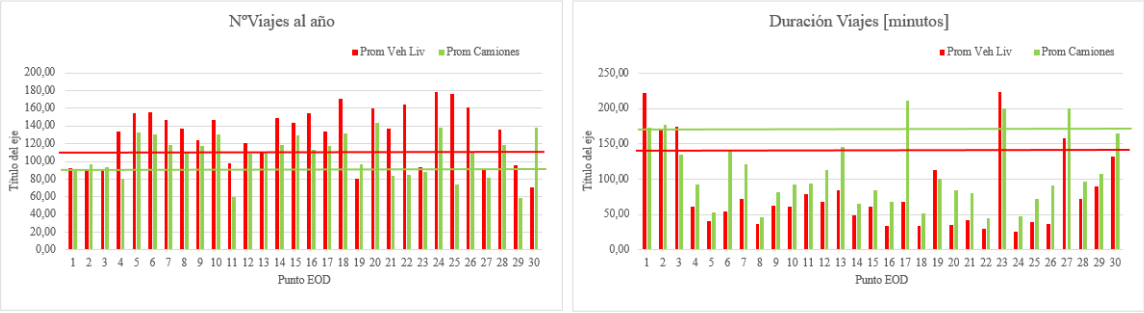
Finalmente, en el cuadro siguiente se presentan los valores medios medidos de las variables frecuencia y longitud del viaje por punto de control.

CUADRO 4.3-2: CARACTERÍSTICAS VIAJES POR PUNTO DE CONTROL – MUESTRA VEH. LIVIANOS/CAMIONES

EOD	Veh Livianos		Camiones	
	Nº Viajes al año	Duración Viaje [minutos]	Nº Viajes al año	Duración Viaje [minutos]
1	91,98	221,63	89,01	172,64
2	91,57	172,10	96,99	177,43
3	91,85	174,36	93,20	134,92
4	133,59	61,76	80,59	93,14
5	154,88	40,46	132,67	52,41
6	155,88	54,50	130,54	141,09
7	146,59	72,14	118,04	120,66
8	136,92	36,90	110,47	46,76
9	123,78	62,76	117,79	81,64
10	147,00	60,88	130,04	91,88
11	97,33	79,07	60,00	93,21
12	121,24	67,73	109,10	112,41
13	110,29	84,74	110,75	146,25
14	148,89	49,56	118,03	64,83
15	143,77	61,43	128,95	84,36
16	155,07	33,51	113,23	67,38
17	133,70	68,31	117,87	211,15
18	170,63	34,41	131,11	51,78
19	80,19	113,27	96,23	101,14
20	159,48	35,66	143,72	84,08
21	136,57	41,97	84,00	80,71
22	164,14	30,46	84,36	44,86
23	93,10	224,00	87,58	199,63
24	178,06	26,20	137,94	48,06
25	176,51	39,13	73,51	71,73
26	160,88	37,12	111,43	90,71
27	90,24	157,48	81,33	199,80
28	136,28	72,14	118,75	97,18
29	96,04	89,85	59,10	106,90
30	70,57	132,19	138,57	164,60
Total	**109,84**	**146,46**	**94,99**	**159,00**

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.3-1: COMPARACIÓN CARACTERÍSTICAS VIAJES VEH. LIVIANOS-CAMIONES



Fuente: Elaboración propia

En las figuras anteriores se observa que en general la duración media de los viajes es mayor para los camiones, mientras que el Nº de viajes medio al año es mayor para vehículos livianos.

En el caso de la duración de los viajes de camiones en los puntos EOD 6 (Ruta H-30 sector Idahue), 13 (Ruta I-80-G al sur de Litueche) y 17 (Ruta 66 sector la capilla de Malloa) se aprecia una diferencia significativamente mayor entre camiones y vehículos livianos.

4.4 Encuestas de Preferencias Declaradas

4.4.1 Presentación

La realización de encuestas de preferencias declaradas (PD) tiene como objetivo la caracterización de la demanda por transporte en la región, considerando experimentos específicos y adecuados al contexto en que se desarrollan actualmente los viajes.

Se propuso en este caso enfocar las encuestas PD en un escenario, correspondiente a determinar la valoración de una ruta en calzada simple respecto de una calzada doble. Este caso se aplica a usuarios que frecuentan vías pavimentadas de una pista por sentido, como por ejemplo aquellos que viajan por las rutas 66, 90 o H-30, entre otras.

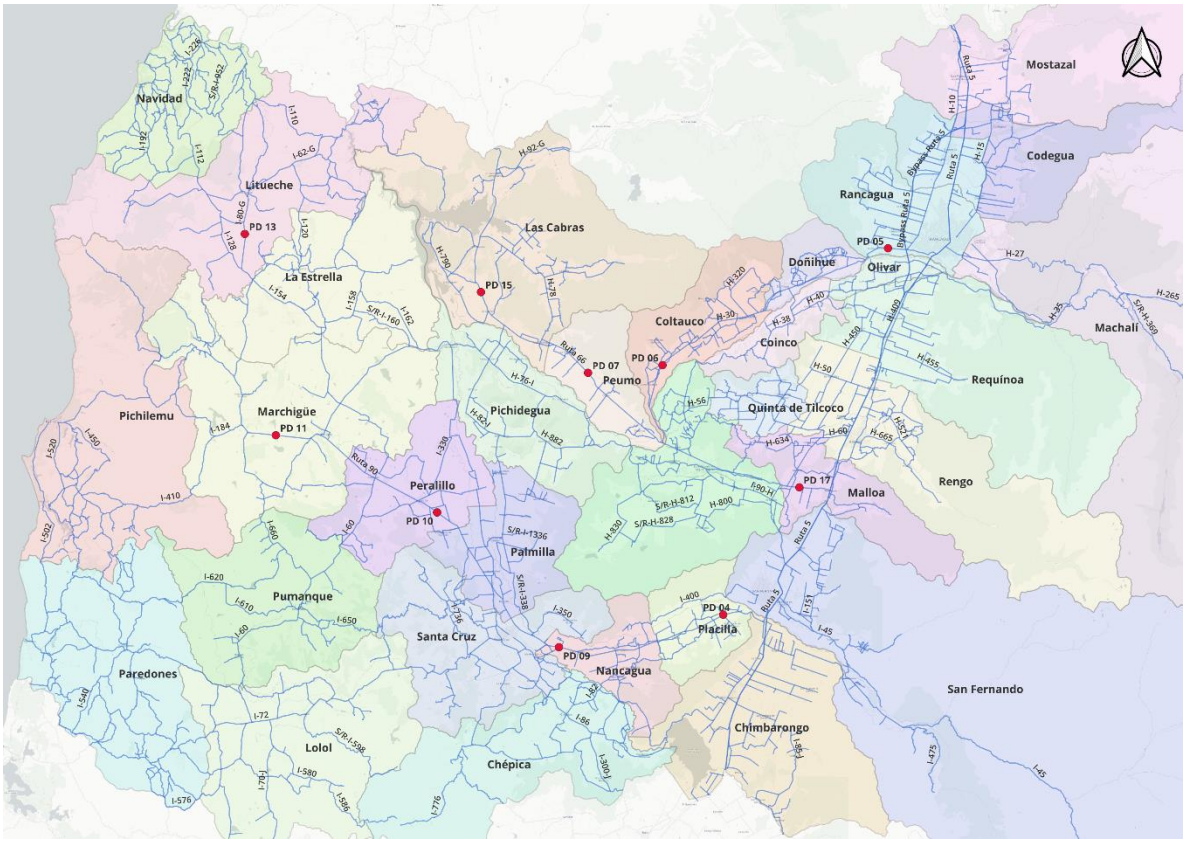
De esta forma se espera explorar el efecto de ampliaciones de capacidad en proyectos estratégicos a analizar durante el estudio y determinar el valor subjetivo del tiempo de los usuarios.

4.4.2 Puntos de encuesta

En diez de los puntos de encuesta origen destino, aprovechando la detención de los vehículos por la presencia de funcionarios policiales, se desarrollaron simultáneamente encuestas de preferencias declaradas (PD) con el fin de determinar preferencias de los usuarios en cada uno de los escenarios descritos anteriormente. Las encuestas de PD se aplicaron a conductores de vehículos livianos y choferes de camiones.

La siguiente figura muestra la ubicación de estos puntos. Se incluye anexo con kmz de ubicación.

FIGURA 4.4-1: LOCALIZACIÓN PUNTOS DE ENCUESTA DE PREFERENCIAS DECLARADAS



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4.4-1: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE ENCUESTAS PD

PC	Ubicación (hito o tramo)
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca
5	Ruta H-30 sector parque Safari
6	Ruta H-30 sector Idahue
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio
10	Ruta 90 Al Sur de Peralillo
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue
13	Ruta I-80-G Al Sur de Litueche
15	Ruta 66 sector El Tabón
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los conductores de vehículos de carga se planteó originalmente que se aplicara la encuesta PD a dueños de los camiones, ya que interesaba testear al tomador de decisiones. Para ello, se consideró una consulta previa, asociada a determinar si quien conduce es el dueño del camión, en caso afirmativo se aplica la encuesta de PD y en caso contrario se procede a levantar una encuesta origen destino de transporte de carga. No obstante, dadas las dificultades ya explicadas en relación a detener vehículos de carga, se optó por levantar esa restricción.

4.4.3 Diseño del formulario

El formulario diseñado consta de cuatro secciones que se describen a continuación.

Datos generales: se recopila información sobre la fecha y lugar de desarrollo de la encuesta.

Características de los viajes: se pregunta sobre las características del viaje que está realizando al momento de ser encuestado, incluyendo origen, destino, propósito, frecuencia, financiación, duración y número de acompañantes. Para los camiones, se consulta además sobre el tipo de carga transportada.

Experimento de preferencias declaradas: en esta sección se realiza el experimento que permite calcular los VT. Para esto, se le entrega al encuestado un tarjetero conteniendo alternativas de elección y se consulta por la preferencia por ellas.

Características del entrevistado: finalmente se realiza una caracterización sociodemográfica del entrevistado que incluye, sexo, edad e ingreso familiar en el caso de los vehículos livianos, y sexo, edad y tipo de camión para el caso de las encuestas a camiones.

Los formularios diseñados tienen una duración de entre 5 y 10 minutos, y se presentan en los anexos digitales.

4.4.4 Diseño experimental

El experimento de PD se plantea con el objetivo de determinar el valor subjetivo del tiempo de los usuarios, para el escenario planteado. De este modo, se definió un experimento de calzada simple/calzada doble (EXPA) que será aplicado tanto a vehículos livianos como a camiones.

El detalle del experimento aplicado y los resultados se presentan en el capítulo siguiente.

4.4.5 Encuestas levantadas

El tamaño muestral obtenido para vehículos livianos es de **552 encuestas** y la distribución de estas de acuerdo al punto de control se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO 5.5-1: MUESTRA ALCANZADA – PD VEHÍCULOS LIVIANOS

Punto de Control	Ubicación	Encuestas
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca	47
5	Ruta H-30 sector parque Safari	79
6	Ruta H-30 sector Idahue	103
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa	97
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio	55
10	Ruta 90 Al Sur de Peralillo	51
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue	40

Punto de Control	Ubicación	Encuestas
13	Ruta I-80-G Al Sur de Litueche	27
15	Ruta 66 sector El Tabón	20
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa	33
Total		**552**

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso de vehículos pesados se lograron **201 encuestas,** con la siguiente distribución por punto de control:

CUADRO 5.5-2: MUESTRA ALCANZADA – PD VEHÍCULOS PESADOS

Punto de Control	Ubicación	Encuestas
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca	43
5	Ruta H-30 sector parque Safari	20
6	Ruta H-30 sector Idahue	34
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa	31
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio	23
10	Ruta 90 Al Sur de Peralillo	18
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue	8
13	Ruta I-80-G Al Sur de Litueche	3
15	Ruta 66 sector El Tabón	8
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa	13
Total		**201**

Fuente: Elaboración Propia.

La muestra obtenida fue suficiente para estimar modelos. En el capítulo siguiente se presenta una descripción completa de la muestra obtenida y la estimación de modelos de elección.

4.5 Mediciones de Tasa de Ocupación

4.5.1 Puntos de medición

Para determinar el volumen de ocupantes promedio por tipo de vehículo, se realizaron mediciones de tasa de ocupación en los siguientes puntos de control:

CUADRO 4.5-1: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE TASAS DE OCUPACIÓN

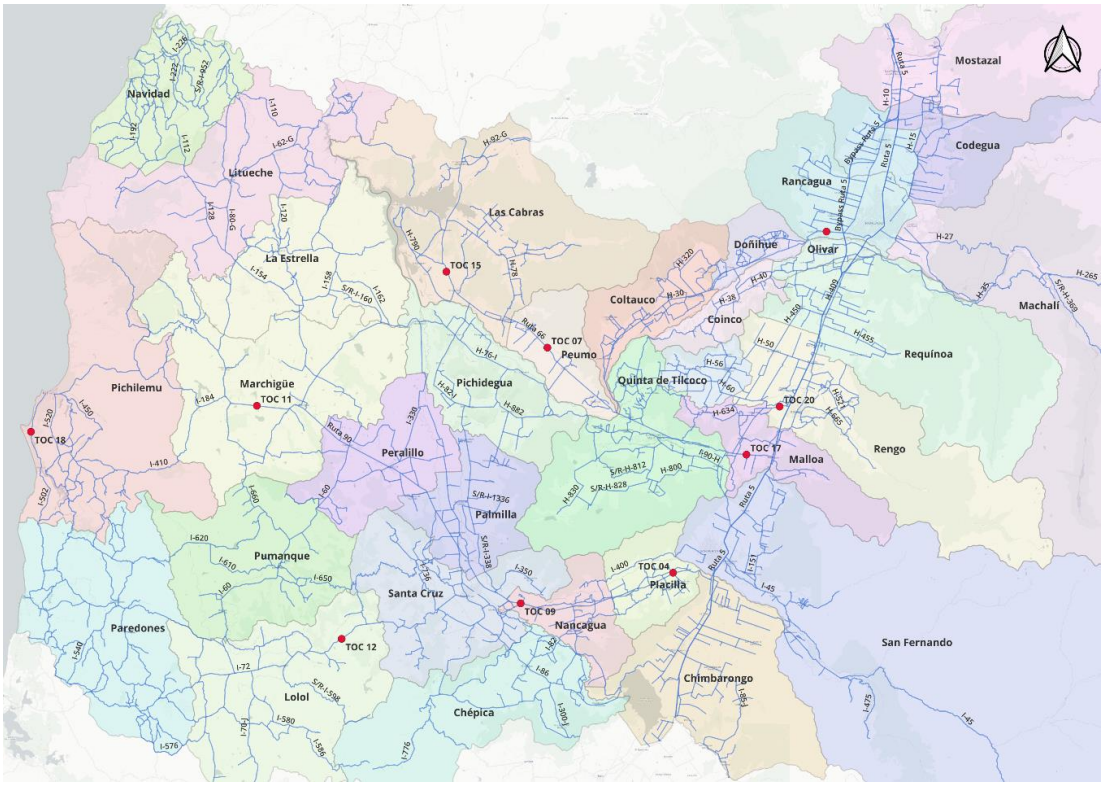
PC	Ubicación (hito o tramo)
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca
5	Ruta H-30 sector parque Safari
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue
12	Ruta I-72 Sector Viña Santa Cruz
15	Ruta 66 sector El Tabón
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa
18	Ruta I-502 al sur de Punta de Lobos
20	Ruta H-60 al oriente de Panquehue

Fuente: Elaboración propia

Los puntos de control coinciden con los de encuestas origen destino, y mantienen la numeración correspondiente.

El objetivo fue distribuir las mediciones en distintos tipos de vías (principal, suburbano, secundario) y en sectores geográficamente dispersos, como se aprecia en la figura:

FIGURA 4.5-1: LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MEDICIÓN TASAS DE OCUPACIÓN



Fuente: Elaboración propia

En anexo se incluye kmz con la localización de los puntos.

4.5.2 Muestra obtenida

Se agrupó la información por ruta, considerando que algunos puntos estaban sobre la misma vía, obteniéndose la siguiente muestra obtenida:

CUADRO 4.5-2: REGISTROS DE OCUPACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

Rutas	Registros obtenidos		
	Vehículos livianos	Camionetas	Buses
Ruta 90	7.178	5.344	252
Ruta 66	4.646	3.301	343
H-30	2.869	2.479	299

Rutas	Registros obtenidos		
	Vehículos livianos	Camionetas	Buses
H-60	2.781	2.019	111
I-72	1.028	733	59
I-502	1.820	1.098	21
Total	20.322	14.974	1.085

Se observa una menor muestra de vehículos de transporte público, en los cuales se establecía además una ocupación media.

CUADRO 4.5-2: OCUPACIÓN MEDIA BUSES Y TAXIBUSES URBANOS

Código	Descripción	Nº pasajeros
1	Menos de la mitad de los asientos ocupados	15
2	Más de la mitad de los asientos ocupados	25
3	Menos de la mitad del pasillo con pasajeros de pie	40
4	Más de la mitad del pasillo con pasajeros de pie	50
5	El vehículo completamente ocupado con pasajeros casi colgando	60

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los vehículos livianos y camionetas, se contaba directamente el número de ocupantes.

4.5.3 Estimación de tasas de ocupación

La estimación de tasas de ocupación para los vehículos livianos resulta directamente del cuociente entre los pasajeros observados y los vehículos contabilizados. Los resultados, por ruta medida, se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO 4.5-2: TASA DE OCUPACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO (PAX/VEH)

Rutas	Vehículos livianos	Camionetas	Todos
Ruta 90	1,62	1,48	1,56
Ruta 66	1,37	1,35	1,36
H-30	1,06	1,03	1,05
H-60	1,57	1,41	1,50
I-72	1,82	1,68	1,76
I-502	1,49	1,55	1,51
Total	1,47	1,38	1,44

Fuente: Elaboración propia

Se observan variaciones según ruta, siendo menores los valores en la H-30 y mayores en la ruta I-72. En general, la tasa de ocupación de las camionetas resulta levemente inferior a la del resto de los vehículos livianos.

En el caso de los vehículos de transporte público, se ponderó cada uno de los niveles medios de ocupación por los vehículos contabilizados en cada caso. Se destaca que la categoría 5

(bus completamente ocupado) no fue observada en la muestra. La tasa de ocupación media se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO 4.5-2: TASA DE OCUPACIÓN PARA TRANSPORTE PÚBLICO (PAX/BUS)

Rutas	Vehículos contabilizados por nivel de ocupación				Tasa ocupación
	1	2	3	4	
Ruta 90	124	123	3	2	20,5
Ruta 66	240	102	1	0	18,0
H-30	143	153	0	3	20,5
H-60	65	43	2	1	19,6
I-72	37	22	0	0	18,7
I-502	10	11	0	0	20,2
Total	619	454	6	6	19,5

Fuente: Elaboración propia

La tasa de ocupación resulta del orden de 20 pasajeros por bus, con escasa variabilidad entre las rutas analizadas.

4.6 Medición de Tiempos de Viaje

4.6.1 Metodología

La recolección de la información se realiza a través de instrumentos GPS**,** ya que según la experiencia del consultor su uso conlleva una serie de ventajas, entre ellas la precisión que logra en la medición del registro de la hora, respecto al posicionamiento espacial. En efecto, dichos instrumentos pueden ser programados para que almacenen automáticamente el posicionamiento (en términos de coordenadas espaciales X, Y, Z), cada cierto intervalo de tiempo (por ejemplo cada 1 segundo). Dado que la cantidad de información que permite generar este instrumento es de gran escala, esta información debe ser procesada posteriormente, para obtener de los registros almacenados, aquellos que son de interés.

Se implementó cada vehículo con un equipo GPS y un conductor el cual conduce en el circuito asignado.

El GPS está autoprogramado para captar información a un intervalo fijo de tiempo. En el caso de este estudio se definió cada dos segundos, vale decir que en los recorridos realizados se tiene información de la posición (coordenadas espaciales) y el instante en que realiza el registro (hora:min:segundo) de una inmensa cantidad de puntos. Ciertamente, no todos los puntos registrados son relevantes para el cálculo de las velocidades medias de tramos de caminos, por lo cual como segunda fase del proceso se deben identificar aquellos tramos de rutas que serán estudiadas. Al respecto cabe señalar que las intersecciones de rutas se consideraron hitos significativos, por lo cual como parte del procesamiento se debió identificar dentro de los registros de cada recorrido realizado qué puntos corresponden a

intersecciones viales. Finalmente, a partir de este listado reducido es posible determinar el tiempo transcurrido entre intersecciones, lo que sumado a la incorporación de la distancia entre ambos puntos, permite obtener la velocidad media en el tramo (Velocidad = Distancia/Tiempo).

4.6.2 Circuitos de medición

La red vial de la región es amplia, por lo que se realizaron pasadas por varios tramos de las rutas más relevantes de la región aprovechando la realización de recorridos asociados al catastro de caminos básicos.

Esto permitirá obtener las velocidades representativas de la red de modelación.

4.7 Mediciones de Flujo Vehicular en Caminos Básicos

4.7.1 Selección de la muestra

Se realizaron mediciones de flujo vehicular en un total de 120 puntos de control, en el horario comprendido entre las 7:00 y las 19:00 horas. Los criterios utilizados para el posicionamiento de los puntos son los siguientes:

- Caminos básicos de mayor longitud
- Distribución geográfica de caminos básicos para abarcar la mayor parte de la región
- Incluir puntos de interés para el estudio, tanto por potenciales proyectos de mejoramiento vial como para facilitar la calibración de la red de modelación.

El listado de puntos de medición propuestos se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO 4.2-1: LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES

PC	Intersección	Comuna
1	Ruta I-330,Cruce H-82-I (Pupilla) / San Miguel de Calleuque / cruce I-310	Palmilla
2	Ruta S/R I-336,Cruce H-82-i / Agua santa / Cruce I-350	Palmilla
3	Ruta S/R-H-816, Cruce H-800 (Rinconada El Tambo) / Cruce H-830 (Los Mayos)	San Vicente de TT
4	Ruta I-148,Cruce I-80-G / Piedra Patida / cruce I-112 (La Esfera)	Litueche
5	Ruta H-320, cruce H-30 (Loreto) / Cruce H-312 (Quimávida por los Bronces)	Coltauco
6	Ruta H-634, Cruce H-65 (Malloa) / Corcolén / cruce H-56 (tunca)	Malloa
7	Ruta I-192, Cruce I-112 / Valle Hidalgo / Cruce I-119	Navidad
8	Ruta H-312, Cruce H-30 / Lo de Cuevas / H-30	Doñihue
9	Ruta I-511, Cruce Ruta 5 (paso Superior) / san Juan de la Sierra	Chimbarongo
10	Ruta H-776, Cruce H-78 / Cocalán / Palmeira	Las Cabras
11	Ruta I-525, Cruce Ruta 5 (Santa Isabel) / santa Valentina	Chimbarongo
12	Ruta S/R-H-452, Cruce H-50 (Esmeralda) / Cruce H-60	Rengo
13	Ruta H-190, Cuce Av. Salvador Allende / La Rubina / Cruce H-192	Rancagua
14	Ruta H-790, Cuce Ruta 66 (El Carmen) / Las Balsas / cruce Ruta 66 (El Manzano)	Las Cabras
15	Ruta H-870, Cruce H-76-I (Lo Romo) / Cruce H-874 (Patagua Orilla)	Pichidegua
16	Ruta I-740, Cruce I-72 (Los Maitenes) / Hacienda Panamá	Santa Cruz

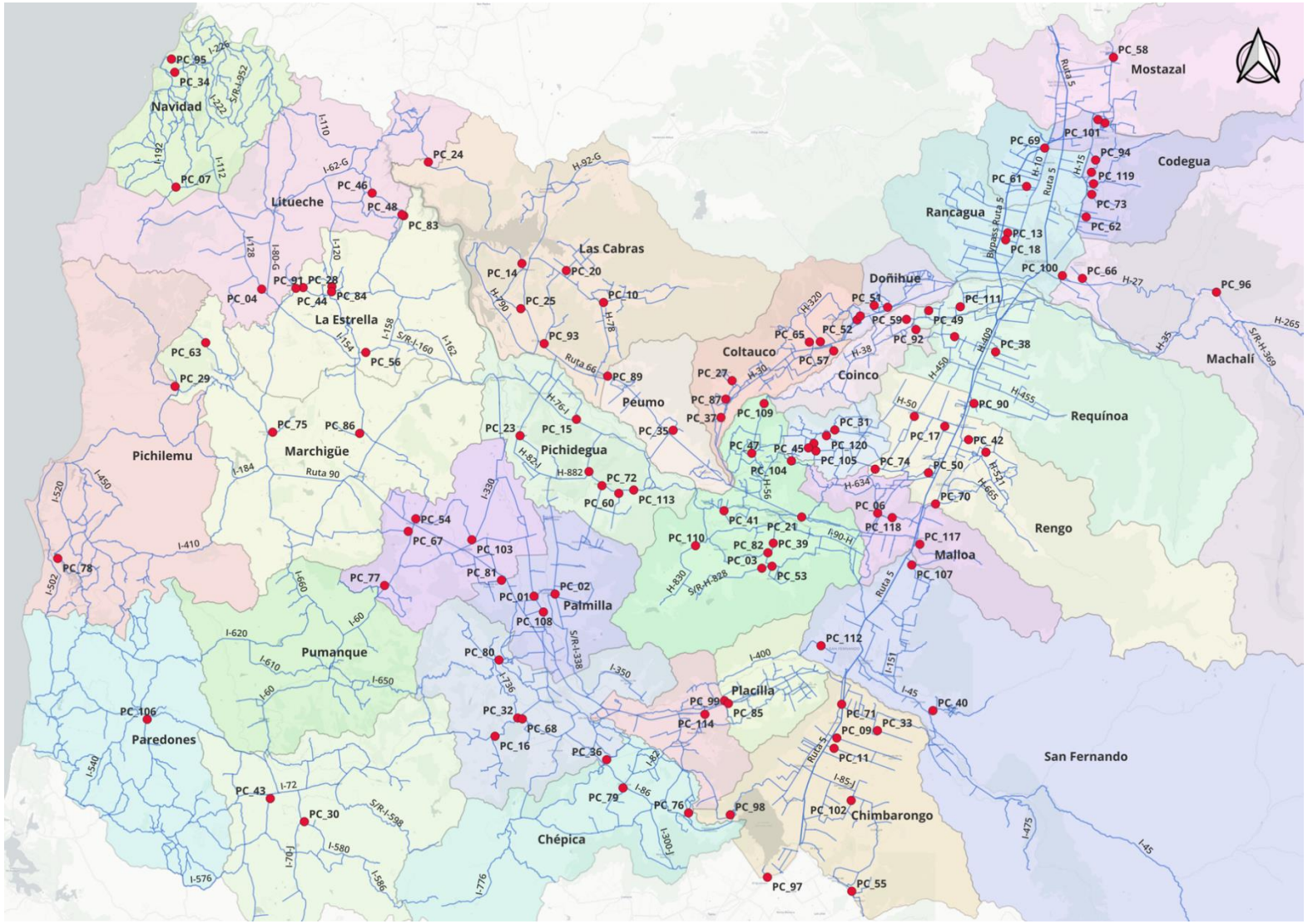
PC	Intersección	Comuna
17	Ruta H-530, cruce Ruta 5 (Caletera Lo Cartagena) / Pueblo Hundido / cruce H-50	Rengo
18	Ruta H-200, Cruce H210 / Santa Elena	Rancagua
19	Ruta H-574, cruce H-56 (La estacada) / Rio Claro	Quinta de Tilcoco
20	ruta H-762, cruce H-78 / el Durazno	Las Cabras
21	Ruta H-734, cruce Ruta 66 (Requehua) / Cruce I-90-H (san Vicente de TT)	San Vicente de TT
22	Ruta S/R-H-432, Cruce Ruta 5 / cruce H-418	Requinoa
23	Ruta S/R-H866, H-82-I (La Esperanza) / Cruce H-82-I (El Toco)	Pichidegua
24	Ruta I-866-H, Cruce I-62-G (Quelentero) / Quillayes	Las Cabras
25	Ruta H-788, Cruce Ruta 66 (La Albahaca) / La Guañanga / cruce H-790 (Las Balsas)	Las Cabras
26	Ruta H-864, Cruce H-76-I (Pichidehua) / Cuesta La Torina / Cruce H-882 (Almahue)	Pichidegua
27	Ruta H-378, Curce H-374 (Poniente) / cruce H-374 (Oriente)	Coltauco
28	Ruta I-142, Cruce I-20 (La Estrella) / Cruce I-120 (Los Pasillos)	La Estrella
29	Ruta I-180, Cruce uta 90 (Los Arrayanes) / Panilonco	Pichilemu
30	Ruta I-580Cruce I-70-J (El Portezuelo) / los Tricahues	Lolol
31	Ruta S/R-H-520, Cruce H-38 (La Viña) / cruce H-56 (Guacarhue)	Quinta de Tilcoco
32	Ruta I-736, cruce I-72 (Cuesta La Lajuela) / cruce I-710 (Isla de yaqui)	Santa Cruz
33	Ruta I-455, cruce I-449 (MacarenaI) / Quincharco	Chimbarongo
34	Cruce I-226 (Navidad) / cruce I-212 (Matanza)	Navidad
35	Cruce Ruta 66 (Oriente) / Rosario Cerro / cruce Ruta 66 (Poniente)	Peumo
36	Cruce I-86 / Chépica Abajo / Cruce I-758 (Uvas Blancas)	Santa Cruz
37	Ruta H-380, cruce H-30 (Idalhue) / Cuesta Idalhue / cruce H-30	Coltauco
38	Ruta S/R-H-403, Cruce H-409 / las Cabras	Requinoa
39	Ruta H-800, cruce I-90-H (El Tambo) / Cruce I-90-H (El Cardal)	San Vicente de TT
40	Ruta I-309, Cruce I-45 (Las Arboledas de Talcarehue) / Los Alpes	San Fernando
41	Ruta H-840, Cruce H-76-I (Pencahue) / Lo Mena / Cruce H-838 (Orilla)	San Vicente de TT
42	Ruta H-551, Cruce H-511 (Rosario) / Cruce H-535 (Tipaume)	Rengo
43	Cruce I-72 -Cruce I-566-J (San Pedro de Alcántara)	Lolol
44	Cruce I-20 (La Estrella) / Limite Provincial	La Estrella
45	Ruta H-584, Cruce H-574 (La Estacion) / El Carrizal	Quinta de Tilcoco
46	Cruce I-62-G (Matancilla) / cruce I-138 (Pullin)	Litueche
47	Ruta H-594, Cruce H-590 (el Manzano de Zuñiga) / Toquihua Abajo	San Vicente de TT
48	Cruce I-138- (Pullin Viejo) / Cruce I-138	Litueche
49	Ruta H-422, Cruce H-40 (Vara Gruesa) / Calle Angosta / Cruce H-40 (Olivar Bajo)	Olivar
50	Ruta H-540, Cruce Ruta 5 (Caletera) - Villa Cóbil - Cruce H-60	Rengo
51	Ruta H-290, Cruce H-288 (Doñihue) / Cuesta Doñihue	Doñihue
52	Ruta H-304, Cruce H-30 (Cerrillos) / Cruce H-312 (Doñihue)	Doñihue
53	Ruta H-826, Cruce H-800 / Rinconada El Tambo / Cruce H-800	San Vicente de TT
54	Cruce Ruta 90 (Población) / Cruce H-76 (Los Maitenes)	Peralillo
55	Cruce I-85-J (Fundo El Sauce Del Carmen) / Cruce J-119	Chimbarongo
56	Cruce I-20(San Miguel De Los Llanos) / Cruce I-150 (Coipu)	La Estrella
57	Ruta H-342, Cruce H-30 (El Molino) / Cruce H-30	Coltauco
58	Ruta H-15-G Camino Padre Hurtado, Sector Limite Reguinal (Cuesta Chada) / Cruce H-111	San Fco. de Mostazal
59	Ruta H-434, Cruce H-40 / El Chapal	Coinco
60	Ruta H-858, Cruce H-822 (Almahue Viejo) / Cruce I-320-H (Los Yuyos)	Pichidegua
61	Cruce H-182, Cruce H-10 / El Arrozal	Graneros
62	Ruta H-203, Cruce H-15 / Tunca	Codegua
63	Cruce Ruta 90 (La Garzas) / Pailimo	La Estrella
64	Ruta H-189, Cruce H-15 (La Compañía) / La Leonera	Codegua
65	Ruta H-324, Cruce H-30 (Loreto) / Rinconada Parral / Cruce H-334 (Puren)	Coltauco
66	Ruta H-255, Av. San Juan (Machali) / Cruce H-35 (Termas de Cauquenes)	Machali
67	Cruce I-60 (Población) / Cruce I-666 (Marchant)	Peralillo
68	CruceI-72 (Cuesta La Lajuela) / Cruce I-86 (La Pataguilla)	Santa Cruz
69	Ruta H-174, Cruce H-10 (Callejon) / Cruce H-10 (Santa Julia)	Graneros
70	Ruta H-605, Cruce Ruta 5 (Caletera) / Rengo	Malloa
71	Cruce Ruta 5 (Caletera Tinguiririca) / Cruce I-86 (Chimbarongo)	Chimbarongo

PC	Intersección	Comuna
72	Ruta I-320-H, Cruce H-82-I (Santa Ana) / El Salto / Cruce H-882	Pichidegua
73	Ruta H-197, Cruce H-15 (El Romeral) / Fundo El Romeral	Codegua
74	Ruta H-640, Cruce H-60 / Salsipuedes	Rengo
75	Cruce Ruta 90 (Rinconada De Alcones) / Mallermo	La Estrella
76	Cruce I-86 (Auquinco) / Cruce I-796 (La Caballería)	Chépica
77	Cruce I-60 (Molineros) / Reto	Peralillo
78	Cruce Ruta 90 (Pichilemu) / cruce I-620 (Paredones)	Pichilemu
79	Cruce I-86 (Chépica) / El Zapal / Cruce I-790	Chépica
80	Cruce Ruta 90 (San Elías) / Rincón Taquil	Santa Cruz
81	Cruce Ruta 90 / Rinconada De Palmilla	Peralillo
82	Ruta S/R-H-812, cruce H-800 (El Tabo) / cruce H-830 (La Laguna)	San Vicente de TT
83	Cruce I-120 / Cruce I-450	La Estrella
84	Cruce I-65-G / Cruce I-150-H (La Estrella)	La Estrella
85	Cruce Ruta 90 (Santa Elena) / Cruce I-850 (La Placilla)	Placilla
86	Ruta I-204, Cruce I-200 (El Chequén) / Fundo	La Estrella
87	Ruta H-382, H-30 (Idalhue) / Cruce H-380 (La Pampa)	Coltauco
88	Ruta H-165, Cruce H-15 / Cruce H-157	San Fco. de Mostazal
89	Cruce Ruta 66 / Las Cabras / Cruce H-78	Peumo
90	Ruta H-475, Cruce H-455 (Pimpilena) / Hacienda Totihue / Cruce Linea Ferrea	Requinoa
91	Cruce I-20 / El Cajón	La Estrella
92	Ruta H-430, Cruce H-40 (Copequén) / Cruce H-418 (Rincon Del Abra)	Coinco
93	Cruce Ruta 66 (EL Carmen) / Cuesta El Guanaco / Cruce H-78	Las Cabras
94	Ruta H-185, Cruce H-15 (Codegua) / H-189 (La Blanquita)	Codegua
95	Cruce I-198 (Matanza) / Cruce I-796 (La Cabreria)	Navidad
96	Ruta H-265, Coya / Mina Juanita	Machalí
97	Cruce Ruta 5 (Caletera) / El Eucalipto	Chimbarongo
98	Cruce I-86 (San Jose De Toro) / Cruce I-796 (La Cabreria)	Chimbarongo
99	Cruce I-52 / Arica / Cruce I-380 (Camarón)	Placilla
100	Ruta S/R-H-261, Cruce H-27 (San Juaquin) / Cruce H-27 (Santa Emilia)	Rancagua
101	Ruta H-157, Cruce H-15 / La Punta / Cruce H-171	Codegua
102	Cruce I-85-J (Perejil) / Cruce I-625 (La Huinchiguala)	Chimbarongo
103	Cruce I-310 (Fundo Calleuque) / Los Parrones / Cruce I-214 (Trinidad)	Peralillo
104	Ruta S/R-H-612, Cruce H-584 (Carrizal) / Cruce H-634	San Vicente de TT
105	Ruta H-580, Cruce H-60 (Puente Alta) / Cruce H-574 (La Estacada)	Quinta de Tilcoco
106	Cruce I-72 (Paredones) / Cruce I-566-J (San Pedro De Atacama)	Paredones
107	Ruta I-111, Cruce Ruta 5 (Los Lingues) / Cruce I-151 (San Jose Los Lingues)	San Fernando
108	Cruce Ruta 90 (Palmilla) / Cruce H-82-I	Palmilla
109	Ruta H-590, Cruce H-38 (Cruz de Chillehues) / Millahue / Cruce H-56	San Vicente de TT
110	Ruta H-830, Cruce H-800 (El Cardal) / Millahue	San Vicente de TT
111	Ruta H-400, Cruce Ruta 6 (Paso Inferior) / Cruce H-40	Olivar
112	Ruta I-400, Cruce Ruta 90 (La Gloria) / Cruce I-394 (San Fernando)	San Fernando
113	Ruta H-82, Cruce H-76 (Almahue) / Cruce H-82-I (San Roberto)	Pichidegua
114	Cruce Ruta 90 (santa Emiliana) / Cruce I-796 (Puquillay)	Nancagua
115	Ruta H-541, Cruce H-521 (Tipaume) / Fundo El Sauce	Rengo
116	Ruta H-296, Cruce H-30 (California) / Cruce H-290 (Rinconad de Doñihue)	Doñihue
117	Ruta H-711, Cruce H-611 (Pelequén) / Los Maquis	Malloa
118	Ruta H-600. Malloa / Cruce Ruta 5 (Caletera Pelequén Viejo)	Malloa
119	Ruta H-193, Cruce H-15 (La Compañía) / El Carmen	Codegua
120	Ruta H-564, Cruce H-56 (Guacarhue) / Pasarela Corcolén	Quinta de Tilcoco

Fuente: Elaboración propia

En la figura siguiente se muestra la localización de cada punto y se incluye como anexo kmz con la ubicación.

FIGURA 4.2-1: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN



Fuente: Elaboración propia

4.7.2 Fechas de medición

Las mediciones de flujo vehicular se desarrollaron entre el 16 y el 24 de octubre, en las fechas que se indican a continuación:

CUADRO 4.2-1: FECHA DE MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES

PC	Intersección	Fecha
1	Ruta I-330,Cruce H-82-I (Pupilla) / San Miguel de Calleuque / cruce I-310	17/10/2024
2	Ruta S/R I-336,Cruce H-82-i / Agua santa / Cruce I-350	17/10/2024
3	Ruta S/R-H-816, Cruce H-800 (Rinconada El Tambo) / Cruce H-830 (Los Mayos)	22/10/2024
4	Ruta I-148,Cruce I-80-G / Piedra Patida / cruce I-112 (La Esfera)	24/10/2024
5	Ruta H-320, cruce H-30 (Loreto) / Cruce H-312 (Quimávida por los Bronces)	17/10/2024
6	Ruta H-634, Cruce H-65 (Malloa) / Corcolén / cruce H-56 (tunca)	23/10/2024
7	Ruta I-192, Cruce I-112 / Valle Hidalgo / Cruce I-119	24/10/2024
8	Ruta H-312, Cruce H-30 / Lo de Cuevas / H-30	17/10/2024
9	Ruta I-511, Cruce Ruta 5 (paso Superior) / san Juan de la Sierra	16/10/2024
10	Ruta H-776, Cruce H-78 / Cocalán / Palmeira	24/10/2024
11	Ruta I-525, Cruce Ruta 5 (Santa Isabel) / santa Valentina	16/10/2024
12	Ruta S/R-H-452, Cruce H-50 (Esmeralda) / Cruce H-60	22/10/2024
13	Ruta H-190, Cuce Av. Salvador Allende / La Rubina / Cruce H-192	17/10/2024
14	Ruta H-790, Cuce Ruta 66 (El Carmen) / Las Balsas / cruce Ruta 66 (El Manzano)	24/10/2024
15	Ruta H-870, Cruce H-76-I (Lo Romo) / Cruce H-874 (Patagua Orilla)	22/10/2024
16	Ruta I-740, Cruce I-72 (Los Maitenes) / Hacienda Panamá	23/10/2024
17	Ruta H-530, cruce Ruta 5 (Caletera Lo Cartagena) / Pueblo Hundido / cruce H-50	22/10/2024
18	Ruta H-200, Cruce H210 / Santa Elena	17/10/2024
19	Ruta H-574, cruce H-56 (La estacada) / Rio Claro	22/10/2024
20	ruta H-762, cruce H-78 / el Durazno	24/10/2024
21	Ruta H-734, cruce Ruta 66 (Requehua) / Cruce I-90-H (san Vicente de TT)	17/10/2024
22	Ruta S/R-H-432, Cruce Ruta 5 / cruce H-418	17/10/2024
23	Ruta S/R-H866, H-82-I (La Esperanza) / Cruce H-82-I (El Toco)	22/10/2024
24	Ruta I-866-H, Cruce I-62-G (Quelentero) / Quillayes	24/10/2024
25	Ruta H-788, Cruce Ruta 66 (La Albahaca) / La Guañanga / cruce H-790 (Las Balsas)	24/10/2024
26	Ruta H-864, Cruce H-76-I (Pichidehua) / Cuesta La Torina / Cruce H-882 (Almahue)	22/10/2024
27	Ruta H-378, Curce H-374 (Poniente) / cruce H-374 (Oriente)	22/10/2024
28	Ruta I-142, Cruce I-20 (La Estrella) / Cruce I-120 (Los Pasillos)	24/10/2024
29	Ruta I-180, Cruce uta 90 (Los Arrayanes) / Panilonco	24/10/2024
30	Ruta I-580Cruce I-70-J (El Portezuelo) / los Tricahues	24/10/2024
31	Ruta S/R-H-520, Cruce H-38 (La Viña) / cruce H-56 (Guacarhue)	22/10/2024
32	Ruta I-736, cruce I-72 (Cuesta La Lajuela) / cruce I-710 (Isla de yaqui)	23/10/2024
33	Ruta I-455, cruce I-449 (MacarenaI) / Quincharco	16/10/2024
34	Cruce I-226 (Navidad) / cruce I-212 (Matanza)	24/10/2024
35	Cruce Ruta 66 (Oriente) / Rosario Cerro / cruce Ruta 66 (Poniente)	24/10/2024
36	Cruce I-86 / Chépica Abajo / Cruce I-758 (Uvas Blancas)	23/10/2024
37	Ruta H-380, cruce H-30 (Idalhue) / Cuesta Idalhue / cruce H-30	22/10/2024
38	Ruta S/R-H-403, Cruce H-409 / las Cabras	16/10/2024
39	Ruta H-800, cruce I-90-H (El Tambo) / Cruce I-90-H (El Cardal)	22/10/2024
40	Ruta I-309, Cruce I-45 (Las Arboledas de Talcarehue) / Los Alpes	16/10/2024
41	Ruta H-840, Cruce H-76-I (Pencahue) / Lo Mena / Cruce H-838 (Orilla)	22/10/2024
42	Ruta H-551, Cruce H-511 (Rosario) / Cruce H-535 (Tipaume)	16/10/2024
43	Cruce I-72 -Cruce I-566-J (San Pedro de Alcantara)	24/10/2024
44	Cruce I-20 (La Estrella) / Limite Provincial	24/10/2024
45	Ruta H-584, Cruce H-574 (La Estacion) / El Carrizal	22/10/2024
46	Cruce I-62-G (Matancilla) / cruce I-138 (Pullin)	24/10/2024

PC	Intersección	Fecha
47	Ruta H-594, Cruce H-590 (el Manzano de Zuñiga) / Toquihua Abajo	22/10/2024
48	Cruce I-138- (Pullin Viejo) / Cruce I-138	24/10/2024
49	Ruta H-422, Cruce H-40 (Vara Gruesa) / Calle Angosta / Cruce H-40 (Olivar Bajo)	17/10/2024
50	Ruta H-540, Cruce Ruta 5 (Caletera) - Villa Cóbil - Cruce H-60	23/10/2024
51	Ruta H-290, Cruce H-288 (Doñihue) / Cuesta Doñihue	17/10/2024
52	Ruta H-304, Cruce H-30 (Cerrillos) / Cruce H-312 (Doñihue)	17/10/2024
53	Ruta H-826, Cruce H-800 / Rinconada El Tambo / Cruce H-800	22/10/2024
54	Cruce Ruta 90 (Población) / Cruce H-76 (Los Maitenes)	17/10/2024
55	Cruce I-85-J (Fundo El Sauce Del Carmen) / Cruce J-119	23/10/2024
56	Cruce I-20(San Miguel De Los Llanos) / Cruce I-150 (Coipu)	24/10/2024
57	Ruta H-342, Cruce H-30 (El Molino) / Cruce H-30	17/10/2024
58	Ruta H-15-G Camino Padre Hurtado, Sector Limite Reguinal (Cuesta Chada) / Cruce H-111	16/10/2024
59	Ruta H-434, Cruce H-40 / El Chapal	17/10/2024
60	Ruta H-858, Cruce H-822 (Almahue Viejo) / Cruce I-320-H (Los Yuyos)	22/10/2024
61	Cruce H-182, Cruce H-10 / El Arrozal	17/10/2024
62	Ruta H-203, Cruce H-15 / Tunca	16/10/2024
63	Cruce Ruta 90 (La Garzas) / Pailimo	24/10/2024
64	Ruta H-189, Cruce H-15 (La Compañía) / La Leonera	16/10/2024
65	Ruta H-324, Cruce H-30 (Loreto) / Rinconada Parral / Cruce H-334 (Puren)	22/10/2024
66	Ruta H-255, Av. San Juan (Machali) / Cruce H-35 (Termas de Cauquenes)	16/10/2024
67	Cruce I-60 (Población) / Cruce I-666 (Marchant)	17/10/2024
68	CruceI-72 (Cuesta La Lajuela) / Cruce I-86 (La Pataguilla)	23/10/2024
69	Ruta H-174, Cruce H-10 (Callejon) / Cruce H-10 (Santa Julia)	17/10/2024
70	Ruta H-605, Cruce Ruta 5 (Caletera) / Rengo	16/10/2024
71	Cruce Ruta 5 (Caletera Tinguiririca) / Cruce I-86 (Chimbarongo)	23/10/2024
72	Ruta I-320-H, Cruce H-82-I (Santa Ana) / El Salto / Cruce H-882	22/10/2024
73	Ruta H-197, Cruce H-15 (El Romeral) / Fundo El Romeral	16/10/2024
74	Ruta H-640, Cruce H-60 / Salsipuedes	23/10/2024
75	Cruce Ruta 90 (Rinconada De Alcones) / Mallermo	24/10/2024
76	Cruce I-86 (Auquinco) / Cruce I-796 (La Caballería)	23/10/2024
77	Cruce I-60 (Molineros) / Reto	18/10/2024
78	Cruce Ruta 90 (Pichilemu) / cruce I-620 (Paredones)	24/10/2024
79	Cruce I-86 (Chépica) / El Zapal / Cruce I-790	23/10/2024
80	Cruce Ruta 90 (San Elías) / Rincón Taquil	17/10/2024
81	Cruce Ruta 90 / Rinconada De Palmilla	17/10/2024
82	Ruta S/R-H-812, cruce H-800 (El Tabo) / cruce H-830 (La Laguna)	22/10/2024
83	Cruce I-120 / Cruce I-450	24/10/2024
84	Cruce I-65-G / Cruce I-150-H (La Estrella)	24/10/2024
85	Cruce Ruta 90 (Santa Elena) / Cruce I-850 (La Placilla)	16/10/2024
86	Ruta I-204, Cruce I-200 (El Chequén) / Fundo	22/10/2024
87	Ruta H-382, H-30 (Idalhue) / Cruce H-380 (La Pampa)	22/10/2024
88	Ruta H-165, Cruce H-15 / Cruce H-157	16/10/2024
89	Cruce Ruta 66 / Las Cabras / Cruce H-78	24/10/2024
90	Ruta H-475, Cruce H-455 (Pimpilena) / Hacienda Totihue / Cruce Linea Ferrea	16/10/2024
91	Cruce I-20 / El Cajón	24/10/2024
92	Ruta H-430, Cruce H-40 (Copequén) / Cruce H-418 (Rincon Del Abra)	17/10/2024
93	Cruce Ruta 66 (EL Carmen) / Cuesta El Guanaco / Cruce H-78	24/10/2024
94	Ruta H-185, Cruce H-15 (Codegua) / H-189 (La Blanquita)	16/10/2024
95	Cruce I-198 (Matanza) / Cruce I-796 (La Cabreria)	24/10/2024
96	Ruta H-265, Coya / Mina Juanita	16/10/2024
97	Cruce Ruta 5 (Caletera) / El Eucalipto	22/10/2024
98	Cruce I-86 (San Jose De Toro) / Cruce I-796 (La Cabreria)	23/10/2024
99	Cruce I-52 / Arica / Cruce I-380 (Camarón)	17/10/2024
100	Ruta S/R-H-261, Cruce H-27 (San Juaquin) / Cruce H-27 (Santa Emilia)	16/10/2024
101	Ruta H-157, Cruce H-15 / La Punta / Cruce H-171	16/10/2024
102	Cruce I-85-J (Perejil) / Cruce I-625 (La Huinchiguala)	16/10/2024
103	Cruce I-310 (Fundo Calleuque) / Los Parrones / Cruce I-214 (Trinidad)	17/10/2024

PC	Intersección	Fecha
104	Ruta S/R-H-612, Cruce H-584 (Carrizal) / Cruce H-634	22/10/2024
105	Ruta H-580, Cruce H-60 (Puente Alta) / Cruce H-574 (La Estacada)	17/10/2024
106	Cruce I-72 (Paredones) / Cruce I-566-J (San Pedro De Atacama)	24/10/2024
107	Ruta I-111, Cruce Ruta 5 (Los Lingues) / Cruce I-151 (San Jose Los Lingues)	16/10/2024
108	Cruce Ruta 90 (Palmilla) / Cruce H-82-I	17/10/2024
109	Ruta H-590, Cruce H-38 (Cruz de Chillehues) / Millahue / Cruce H-56	22/10/2024
110	Ruta H-830, Cruce H-800 (El Cardal) / Millahue	22/10/2024
111	Ruta H-400, Cruce Ruta 6 (Paso Inferior) / Cruce H-40	16/10/2024
112	Ruta I-400, Cruce Ruta 90 (La Gloria) / Cruce I-394 (San Fernando)	16/10/2024
113	Ruta H-82, Cruce H-76 (Almahue) / Cruce H-82-I (San Roberto)	22/10/2024
114	Cruce Ruta 90 (santa Emiliana) / Cruce I-796 (Puquillay)	17/10/2024
115	Ruta H-541, Cruce H-521 (Tipaume) / Fundo El Sauce	16/10/2024
116	Ruta H-296, Cruce H-30 (California) / Cruce H-290 (Rinconad de Doñihue)	23/10/2024
117	Ruta H-711, Cruce H-611 (Pelequén) / Los Maquis	16/10/2024
118	Ruta H-600. Malloa / Cruce Ruta 5 (Caletera Pelequén Viejo)	23/10/2024
119	Ruta H-193, Cruce H-15 (La Compañía) / El Carmen	16/10/2024
120	Ruta H-564, Cruce H-56 (Guacarhue) / Pasarela Corcolén	22/10/2024

Fuente: Elaboración propia

El detalle de los movimientos medidos por punto y los resultados, se incluyen en anexos digitales.

4.7.3 Flujos medidos

Respecto a la composición vehicular de los tránsitos en el siguiente cuadro y figura se representan los flujos totales medidos en cada punto de medición segmentado según tipología vehicular.

CUADRO 4.2-2: DISTRIBUCIÓN SEGÚN CATEGORÍA VEHICULAR POR PUNTO DE MEDICIÓN

PC	Ubicación Punto	Veh. Livianos	Buses	Taxis/Taxis Colectivos	Camiones Simples	Camiones más de dos ejes	Motos	Bicicletas	Total
1	Ruta I-330,Cruce H-82-I (Pupilla) / San Miguel de Calleuque / cruce I-310	1.618	21	49	96	51	16	15	1.866
2	Ruta S/R I-336,Cruce H-82-i / Agua santa / Cruce I-350	1.508	35	81	103	30	23	8	1.788
3	Ruta S/R-H-816, Cruce H-800 (Rinconada El Tambo) / Cruce H-830 (Los Mayos)	762	17	2	45	3	23	6	858
4	Ruta I-148,Cruce I-80-G / Piedra Patida / cruce I-112 (La Esfera)	259	4	0	33	96	1	2	395
5	Ruta H-320, cruce H-30 (Loreto) / Cruce H-312 (Quimávida por los Bronces)	1.351	13	11	70	32	68	153	1.698
6	Ruta H-634, Cruce H-65 (Malloa) / Corcolén / cruce H-56 (tunca)	1.469	68	49	44	14	86	129	1.859
7	Ruta I-192, Cruce I-112 / Valle Hidalgo / Cruce I-119	338	0	3	72	80	4	2	499
8	Ruta H-312, Cruce H-30 / Lo de Cuevas / H-30	2.750	20	47	114	6	106	217	3.260
9	Ruta I-511, Cruce Ruta 5 (paso Superior) / san Juan de la Sierra	2.188	47	2	120	54	25	24	2.460
10	Ruta H-776, Cruce H-78 / Cocalán / Palmeira	1.297	7	56	100	9	46	24	1.539
11	Ruta I-525, Cruce Ruta 5 (Santa Isabel) / santa Valentina	573	16	4	35	14	28	32	702
12	Ruta S/R-H-452, Cruce H-50 (Esmeralda) / Cruce H-60	1.665	19	60	55	59	26	131	2.015
13	Ruta H-190, Cuce Av. Salvador Allende / La Rubina / Cruce H-192	1.873	10	69	115	5	32	25	2.129
14	Ruta H-790, Cuce Ruta 66 (El Carmen) / Las Balsas / cruce Ruta 66 (El Manzano)	1.813	59	11	121	5	26	6	2.041
15	Ruta H-870, Cruce H-76-I (Lo Romo) / Cruce H-874 (Patagua Orilla)	1.051	34	16	69	7	23	32	1.232
16	Ruta I-740, Cruce I-72 (Los Maitenes) / Hacienda Panamá	586	6	30	45	3	12	0	682
17	Ruta H-530, cruce Ruta 5 (Caletera Lo Cartagena) / Pueblo Hundido / cruce H-50	1.605	19	73	70	36	45	31	1.879
18	Ruta H-200, Cruce H210 / Santa Elena	1.676	19	14	81	27	44	20	1.881
19	Ruta H-574, cruce H-56 (La estacada) / Rio Claro	1.625	40	72	124	39	35	149	2.084
20	Ruta H-762, cruce H-78 / El Durazno	1.726	28	101	161	11	26	29	2.082
21	Ruta H-734, cruce Ruta 66 (Requehua) / Cruce I-90-H (san Vicente de TT)	707	10	12	37	4	42	47	859
22	Ruta S/R-H-432, Cruce Ruta 5 / cruce H-418	974	1	24	27	3	44	19	1.092
23	Ruta S/R-H866, H-82-I (La Esperanza) / Cruce H-82-I (El Toco)	292	19	0	23	0	29	37	400
24	Ruta I-866-H, Cruce I-62-G (Quelentero) / Quillayes	232	3	0	34	8	3	0	280
25	Ruta H-788, Cruce Ruta 66 (La Albahaca) / La Guañanga / cruce H-790 (Las Balsas)	470	4	1	36	4	10	0	525
26	Ruta H-864, Cruce H-76-I (Pichidehua) / Cuesta La Torina / Cruce H-882 (Almahue)	1.528	42	0	79	13	45	12	1.719
27	Ruta H-378, Curce H-374 (Poniente) / cruce H-374 (Oriente)	258	9	0	13	0	20	19	319
28	Ruta I-142, Cruce I-20 (La Estrella) / Cruce I-120 (Los Pasillos)	62	0	9	5	0	0	0	76
29	Ruta I-180, Cruce uta 90 (Los Arrayanes) / Panilonco	464	4	0	42	19	2	0	531
30	Ruta I-580Cruce I-70-J (El Portezuelo) / los Tricahues	498	21	6	39	1	10	3	578
31	Ruta S/R-H-520, Cruce H-38 (La Viña) / cruce H-56 (Guacarhue)	550	3	37	40	5	15	21	671
32	Ruta I-736, cruce I-72 (Cuesta La Lajuela) / cruce I-710 (Isla de yaqui)	820	2	16	58	13	8	15	932
33	Ruta I-455, cruce I-449 (MacarenaI) / Quincharco	542	24	2	40	7	31	3	649
34	Cruce I-226 (Navidad) / cruce I-212 (Matanza)	1.096	5	5	96	6	14	0	1.222

PC	Ubicación Punto	Veh. Livianos	Buses	Taxis/Taxis Colectivos	Camiones Simples	Camiones más de dos ejes	Motos	Bicicletas	Total
35	Cruce Ruta 66 (Oriente) / Rosario Cerro / cruce Ruta 66 (Poniente)	562	3	23	46	0	58	147	839
36	Cruce I-86 / Chépica Abajo / Cruce I-758 (Uvas Blancas)	688	9	7	31	9	15	39	798
37	Ruta H-380, cruce H-30 (Idalhue) / Cuesta Idalhue / cruce H-30	284	0	0	5	10	9	3	311
38	Ruta S/R-H-403, Cruce H-409 / las Cabras	1.462	11	30	68	19	33	68	1.691
39	Ruta H-800, cruce I-90-H (El Tambo) / Cruce I-90-H (El Cardal)	2.641	52	41	90	14	70	27	2.935
40	Ruta I-309, Cruce I-45 (Las Arboledas de Talcarehue) / Los Alpes	1.288	41	15	90	9	8	6	1.457
41	Ruta H-840, Cruce H-76-I (Pencahue) / Lo Mena / Cruce H-838 (Orilla)	799	11	68	29	19	26	26	978
42	Ruta H-551, Cruce H-511 (Rosario) / Cruce H-535 (Tipaume)	667	10	20	41	22	8	51	819
43	Cruce I-72 -Cruce I-566-J (San Pedro de Alcantara)	795	11	7	57	0	11	1	882
44	Cruce I-20 (La Estrella) / Limite Provincial	1.215	39	49	70	45	18	31	1.467
45	Ruta H-584, Cruce H-574 (La Estacion) / El Carrizal	845	18	21	51	7	28	61	1.031
46	Cruce I-62-G (Matancilla) / cruce I-138 (Pullin)	278	15	1	39	10	8	2	353
47	Ruta H-594, Cruce H-590 (el Manzano de Zuñiga) / Toquihua Abajo	456	11	24	56	0	18	23	588
48	Cruce I-138- (Pullin Viejo) / Cruce I-138	437	8	0	29	2	26	0	502
49	Ruta H-422, Cruce H-40 (Vara Gruesa) / Calle Angosta / Cruce H-40 (Olivar Bajo)	123	7	0	15	6	13	18	182
50	Ruta H-540, Cruce Ruta 5 (Caletera) - Villa Cóbil - Cruce H-60	1.473	2	122	52	32	71	85	1.837
51	Ruta H-290, Cruce H-288 (Doñihue) / Cuesta Doñihue	1.081	13	16	55	8	67	60	1.300
52	Ruta H-304, Cruce H-30 (Cerrillos) / Cruce H-312 (Doñihue)	600	6	5	25	1	60	84	781
53	Ruta H-826, Cruce H-800 / Rinconada El Tambo / Cruce H-800	372	13	8	13	1	22	30	459
54	Cruce Ruta 90 (Población) / Cruce H-76 (Los Maitenes)	435	22	3	6	9	26	31	532
55	Cruce I-85-J (Fundo El Sauce Del Carmen) / Cruce J-119	748	107	0	62	33	11	14	975
56	Cruce I-20(San Miguel De Los Llanos) / Cruce I-150 (Coipu)	394	5	0	67	36	6	0	508
57	Ruta H-342, Cruce H-30 (El Molino) / Cruce H-30	126	0	0	14	2	15	17	174
58	Ruta H-15-G Camino Padre Hurtado, Sector Limite Reguinal (Cuesta Chada) / Cruce H-111	1.152	9	100	85	3	45	28	1.422
59	Ruta H-434, Cruce H-40 / El Chapal	1.162	8	3	71	30	24	4	1.302
60	Ruta H-858, Cruce H-822 (Almahue Viejo) / Cruce I-320-H (Los Yuyos)	646	21	0	77	7	11	31	793
61	Cruce H-182, Cruce H-10 / El Arrozal	521	12	2	29	0	34	36	634
62	Ruta H-203, Cruce H-15 / Tunca	571	0	0	14	5	11	11	612
63	Cruce Ruta 90 (La Garzas) / Pailimo	35	2	0	2	3	0	0	42
64	Ruta H-189, Cruce H-15 (La Compañía) / La Leonera	531	12	12	27	6	57	50	695
65	Ruta H-324, Cruce H-30 (Loreto) / Rinconada Parral / Cruce H-334 (Puren)	731	18	11	29	4	44	71	908
66	Ruta H-255, Av. San Juan (Machali) / Cruce H-35 (Termas de Cauquenes)	6.067	113	35	196	94	156	105	6.766
67	Cruce I-60 (Población) / Cruce I-666 (Marchant)	92	0	0	6	0	0	0	98
68	CruceI-72 (Cuesta La Lajuela) / Cruce I-86 (La Pataguilla)	1.502	17	17	105	76	32	19	1.768
69	Ruta H-174, Cruce H-10 (Callejon) / Cruce H-10 (Santa Julia)	716	6	21	43	8	26	31	851
70	Ruta H-605, Cruce Ruta 5 (Caletera) / Rengo	3.124	79	74	107	24	70	3	3.481

PC	Ubicación Punto	Veh. Livianos	Buses	Taxis/Taxis Colectivos	Camiones Simples	Camiones más de dos ejes	Motos	Bicicletas	Total
71	Cruce Ruta 5 (Caletera Tinguiririca) / Cruce I-86 (Chimbarongo)	3.854	187	44	140	131	91	10	4.457
72	Ruta I-320-H, Cruce H-82-I (Santa Ana) / El Salto / Cruce H-882	1.146	65	1	85	18	93	53	1.461
73	Ruta H-197, Cruce H-15 (El Romeral) / Fundo El Romeral	569	7	20	23	0	51	29	699
74	Ruta H-640, Cruce H-60 / Salsipuedes	685	10	59	59	6	29	14	862
75	Cruce Ruta 90 (Rinconada De Alcones) / Mallermo	598	15	0	39	9	13	11	685
76	Cruce I-86 (Auquinco) / Cruce I-796 (La Caballería)	858	54	32	56	2	51	124	1.177
77	Cruce I-60 (Molineros) / Reto	127	4	0	15	4	2	4	156
78	Cruce Ruta 90 (Pichilemu) / cruce I-620 (Paredones)	543	20	8	56	6	11	9	653
79	Cruce I-86 (Chépica) / El Zapal / Cruce I-790	590	2	2	36	3	19	76	728
80	Cruce Ruta 90 (San Elías) / Rincón Taquil	1.566	3	150	61	6	87	71	1.944
81	Cruce Ruta 90 / Rinconada De Palmilla	437	2	2	28	2	2	17	490
82	Ruta S/R-H-812, cruce H-800 (El Tabo) / cruce H-830 (La Laguna)	337	8	5	22	4	21	14	411
83	Cruce I-120 / Cruce I-450	202	0	0	21	10	3	0	236
84	Cruce I-65-G / Cruce I-150-H (La Estrella)	412	1	4	58	37	0	6	518
85	Cruce Ruta 90 (Santa Elena) / Cruce I-850 (La Placilla)	198	0	0	31	0	8	56	293
86	Ruta I-204, Cruce I-200 (El Chequén) / Fundo	322	5	1	21	9	6	4	368
87	Ruta H-382, H-30 (Idalhue) / Cruce H-380 (La Pampa)	389	4	3	40	0	6	1	443
88	Ruta H-165, Cruce H-15 / Cruce H-157	697	9	22	31	5	18	56	838
89	Cruce Ruta 66 / Las Cabras / Cruce H-78	2.099	36	29	122	12	40	55	2.393
90	Ruta H-475, Cruce H-455 (Pimpilena) / Hacienda Totihue / Cruce Linea Ferrea	1.588	11	11	79	15	31	30	1.765
91	Cruce I-20 / El Cajón	178	5	2	19	0	5	0	209
92	Ruta H-430, Cruce H-40 (Copequén) / Cruce H-418 (Rincon Del Abra)	1.006	7	39	79	3	30	14	1.178
93	Cruce Ruta 66 (EL Carmen) / Cuesta El Guanaco / Cruce H-78	588	2	8	41	7	43	11	700
94	Ruta H-185, Cruce H-15 (Codegua) / H-189 (La Blanquita)	323	12	11	26	5	24	13	414
95	Cruce I-198 (Matanza) / Cruce I-796 (La Cabreria)	134	0	0	15	0	0	0	149
96	Ruta H-265, Coya / Mina Juanita	830	50	9	57	3	37	13	999
97	Cruce Ruta 5 (Caletera) / El Eucalipto	779	11	2	60	0	32	92	976
98	Cruce I-86 (San Jose De Toro) / Cruce I-796 (La Cabreria)	386	11	2	14	14	11	16	454
99	Cruce I-52 / Arica / Cruce I-380 (Camarón)	190	4	3	17	0	34	29	277
100	Ruta S/R-H-261, Cruce H-27 (San Juaquin) / Cruce H-27 (Santa Emilia)	2.121	0	1	43	1	56	52	2.274
101	Ruta H-157, Cruce H-15 / La Punta / Cruce H-171	662	41	55	47	14	44	22	885
102	Cruce I-85-J (Perejil) / Cruce I-625 (La Huinchiguala)	647	3	3	40	22	20	16	751
103	Cruce I-310 (Fundo Calleuque) / Los Parrones / Cruce I-214 (Trinidad)	506	2	6	28	9	8	8	567
104	Ruta S/R-H-612, Cruce H-584 (Carrizal) / Cruce H-634	435	12	20	42	1	34	69	613
105	Ruta H-580, Cruce H-60 (Puente Alta) / Cruce H-574 (La Estacada)	1.174	11	20	61	48	4	39	1.357
106	Cruce I-72 (Paredones) / Cruce I-566-J (San Pedro De Atacama)	347	0	0	16	7	0	6	376
107	Ruta I-111, Cruce Ruta 5 (Los Lingues) / Cruce I-151 (San Jose Los Lingues)	599	14	0	33	20	15	4	685

PC	Ubicación Punto	Veh. Livianos	Buses	Taxis/Taxis Colectivos	Camiones Simples	Camiones más de dos ejes	Motos	Bicicletas	Total
108	Cruce Ruta 90 (Palmilla) / Cruce H-82-I	2.471	57	83	116	32	38	25	2.822
109	Ruta H-590, Cruce H-38 (Cruz de Chillehues) / Millahue / Cruce H-56	1.609	19	63	75	18	48	72	1.904
110	Ruta H-830, Cruce H-800 (El Cardal) / Millahue	1.128	27	6	74	12	51	20	1.318
111	Ruta H-400, Cruce Ruta 6 (Paso Inferior) / Cruce H-40	702	0	6	106	51	29	55	949
112	Ruta I-400, Cruce Ruta 90 (La Gloria) / Cruce I-394 (San Fernando)	778	14	6	83	1	46	163	1.091
113	Ruta H-82, Cruce H-76 (Almahue) / Cruce H-82-I (San Roberto)	2.141	78	3	106	41	53	27	2.449
114	Cruce Ruta 90 (santa Emiliana) / Cruce I-796 (Puquillay)	1.062	1	6	62	20	34	39	1.224
115	Ruta H-541, Cruce H-521 (Tipaume) / Fundo El Sauce	606	12	28	30	5	80	29	790
116	Ruta H-296, Cruce H-30 (California) / Cruce H-290 (Rinconad de Doñihue)	256	1	1	36	3	14	20	331
117	Ruta H-711, Cruce H-611 (Pelequén) / Los Maquis	1.366	25	12	65	7	25	17	1.517
118	Ruta H-600. Malloa / Cruce Ruta 5 (Caletera Pelequén Viejo)	805	36	2	50	15	42	45	995
119	Ruta H-193, Cruce H-15 (La Compañía) / El Carmen	1.809	31	49	58	21	67	56	2.091
120	Ruta H-564, Cruce H-56 (Guacarhue) / Pasarela Corcolén	719	4	27	35	9	29	54	877

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el PC 66 tiene notoriamente más flujo que el resto de los caminos básicos seleccionados. Este punto se encuentra ubicado en la Ruta H-255 en la comuna de Machalí. En terreno se encontró que se estaban desarrollando obras de ampliación y además contaba con semáforos, por lo que parecía tener un estándar superior al de un camino básico.

FIGURA 4.8-2: VISITA A TERRENO RUTA H-255

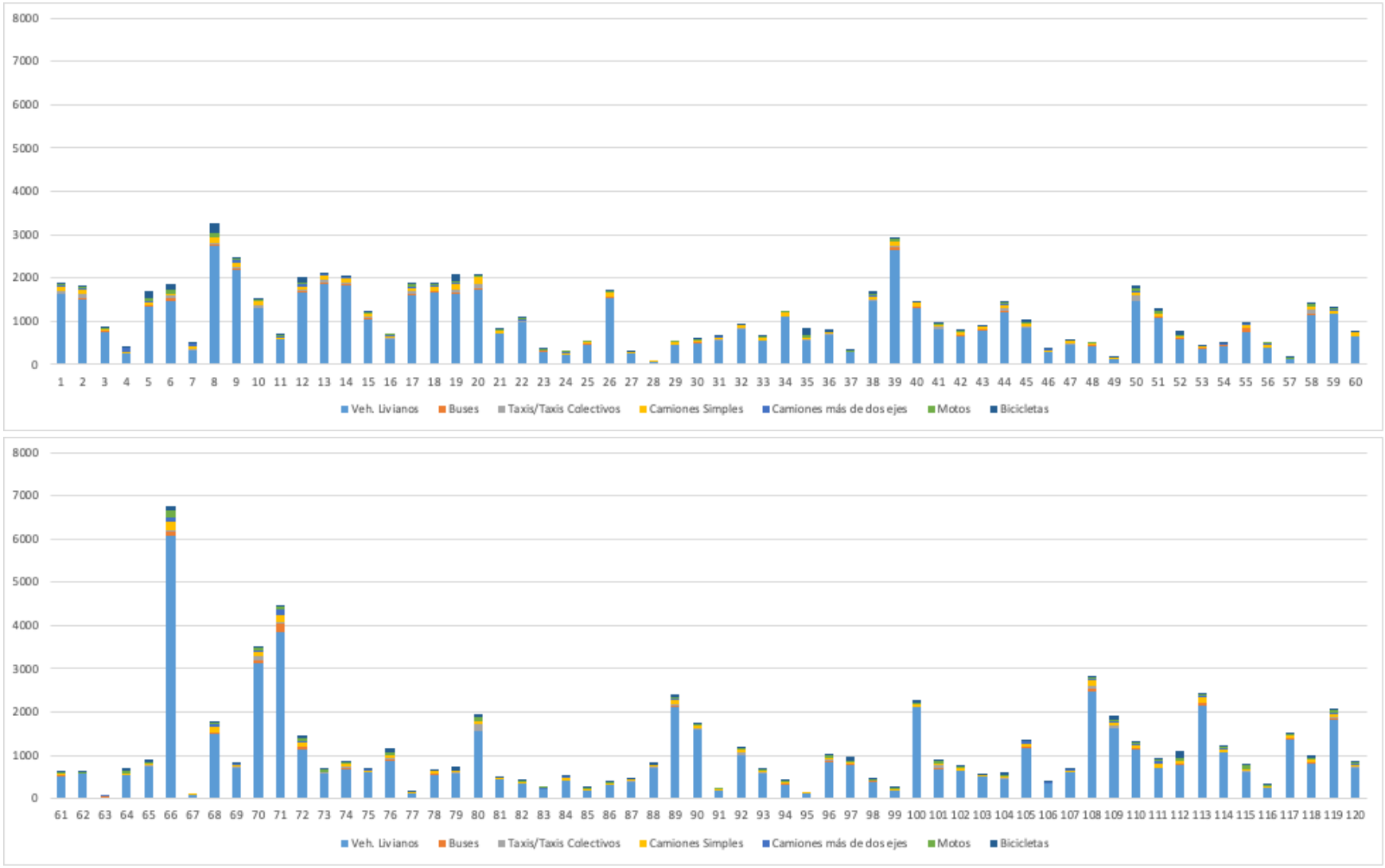
Fuente: Elaboración propia

Otros puntos con alto flujo corresponden al PC 71 ubicado en la Ruta I-890 en la comuna de Chimbarongo, el PC 70 ubicado en la Ruta H-605 en el acceso sur a Rengo y el PC 8 ubicado en la Ruta H-312 en Doñihue.

Se destaca además que en la mayor parte de los caminos medidos se observó presencia de biciclos, buses, camiones de dos y más ejes entre otros vehículos.

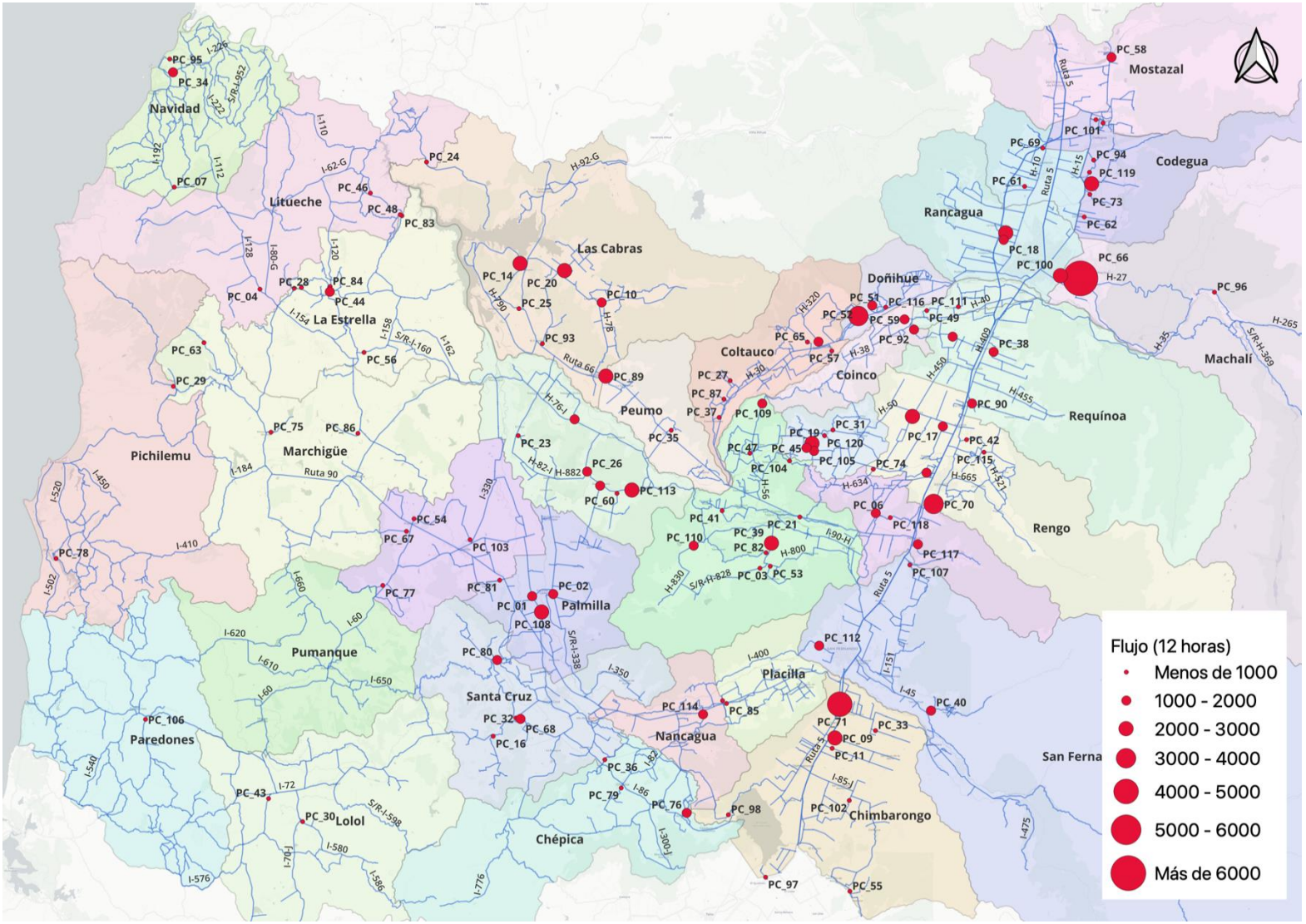
En las figuras a continuación se presenta la distribución de flujos por punto de control.

FIGURA 4.8-2: DISTRIBUCIÓN DE FLUJO SEGÚN CATEGORÍA VEHICULAR POR PUNTO DE MEDICIÓN



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.8-3: FLUJOS POR PUNTO DE CONTROL



Fuente: Elaboración propia

4.8 Catastro de Transporte Público Interurbano

Para este estudio se recopiló información de los servicios de transporte público interurbano y rural que actualmente circulan por el área de análisis, consiguiendo de esta forma conocer los trazados y condiciones de operación, de los vehículos de transporte público en el área de estudio, ya que estos tipos de vehículos ingresan a los modelos de redes como rutas fijas, descontando capacidad vial disponible.

La revisión de la información se enfoca particularmente en identificar la oferta de transporte a nivel de modo (buses interurbanos y rurales, taxis colectivos rurales) y la identificación de servicios involucrados.

Para esto se recopiló la oferta de transporte público vigente al mes de octubre de 2024 de la Región de O'Higgins.

4.8.1 Catastro de Buses Interurbanos

De acuerdo a la información proveniente de Registro Nacional de Servicios de Transporte de Pasajeros, en la región de O'Higgins operan 19 servicios:

CUADRO N°4.7-1: EMPRESAS DE BUSES INTERURBANOS, REGIÓN DE O'HIGGINS

Folio	Nombre Responsable	Nombre Fantasía	Tamaño Flota	Antigüedad Promedio Flota (años)
800020	ANTONIO MADRID LABRA /	RUTA DEL SUR	3	12,0
800004	LUIS ANTONIO HERRERA ABARCA	RUTA H	19	13,8
800005	RUBEN SERGIO ACUÑA SALINAS		63	6,6
800046	MARIA CLAUDIA JIMENEZ GONZALEZ		1	19,0
800010	MARCO ANTONIO MADRID MALDONADO		24	5,7
800124	TRANSPORTES CRISTIAN ZUÑIGA MOYA EIRL.		1	13,0
800127	RICHARD ANDRES FUENTES ACEVEDO, TRANSPORTE E.I.R.L.	RF	3	16,0
500214	TRANSPORTES RIMAR SPA	TRANSPORTES RIMAR SPA	4	13,8
800049	SOC. DE TTES. SUCESION LUIS CABRER SAAVEDRA LTDA.	TTES EL HUIQUE	4	18,5
800015	FRANCISCO Y FLAVIO CORNEJO Y CIA LTDA	BUSES PEÑABLANCA	11	11,1
800012	EXPRESO SANTA CRUZ LTDA.	EXPRESO SANTA CRUZ	1	22,0
800050	EMPRESA DE BUSES SALON RIOS DEL SUR LTDA		11	20,0
800120	EXPRESO SANTA CRUZ S.P.A		25	9,5
800128	TRAVEL TUR SPA		9	2,9

Folio	Nombre Responsable	Nombre Fantasía	Tamaño Flota	Antigüedad Promedio Flota (años)
800013	SOC. DE BUSES CRUZ-MAR LTDA	CRUZ-MAR	3	17,7
800118	TRANSPORTES SANTIN Y COMPAÑIA LIMITADA	TRANSANTIN LIMITADA	120	3,7
800121	TRANSPORTES NILAHUE DEL SUR LIMITADA		52	12,6
800123	SOCIEDAD DE TRANSPORTES IVER GRAMA SPA		36	9,2
800119	EMPRESA DE TRANSPORTES DE PASAJEROS QUILICAL LTDA.		108	5,9

Fuente: Elaboración Propia a partir de información de la Subsecretaría de transportes

Cabe hacer notar que existen otros servicios que pasan por la región, especialmente a través de la Ruta 5, que no están contemplados en el registro por no tener origen o destino en la Región de O'Higgins. A continuación, se presentan los terminales de origen y destino para las diferentes empresas de buses interurbanos de la región de O'Higgins:

CUADRO N°4.7-2: TERMINALES BUSES INTERURBANOS

Folio	Recorrido	Comuna de Origen	Dirección Terminal de Origen	Comuna de Destino	Dirección Terminal de Destino
500214	Santiago - Zúñiga	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	San Vicente	Vía Pública
800004	T	Santiago	Terminal Stgo Estación Central	Santiago	(En Blanco)
	V-A	Pichidegua	(En Blanco)	Santiago	Estación Central
800005	Santiago - Chillán	Estación Central	Nicasio Retamal N°44 Terminal de Buses	Chillán	Terminal María Teresa, O'Higgins N 10
	Santiago - Coihueco	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales N° 44	Coihueco	Vía Pública, Av. Prat N° 1596
	Santiago - Cunco - Melipeuco	Estación Central	Nicasio Retamal N°°44 Terminal de Buses	Melipeuco	Pedro Aguirre Cerda
	Santiago – Los Lleuques – Recinto – Pinto	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales N° 44	Pinto	Av. Santa Maria Con Calle Sargento Aldea.
	T - 80	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	San Fernando	Manso de Velasco Esq Rancagua
	V 80 ?	Santiago	Av. L. Bernardo O'Higgins 3848	Parral	Av. Las Delicias Esquina Igualdad
	V 80 A	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	San Fernando	Manso de Velasco Esq Rgua
	V 80 B	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	San Fernando	Manso de Velasco Esq Rgua
	V 80 C	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Parral	Andes 504
	V 80 D	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Lonquimay	Diego Portales N 910
	V 80 E	Estación Central	Nicasio Retamales N° 44	Toltén	Ohiggins N° 241
	V 80 F	Estación Central	Nicasio Retamales N° 44	Curarrehue	(En Blanco)
	V 80 G	Estación Central	Nicasio Retamales N° 44	Panguipulli	(En Blanco)
	V 80 H	Santiago	Nicasio Retamales N° 44	Valdivia	Anfión Muñoz N° 360
	V 80 I	Santiago	Nicasio Retamales N° 44	Nueva Imperial	Aníbal Pinto 200
	V 80 K	Santiago	Nicasio Retamales 44 Estación Central	Angol	Av. General Bonilla 428 Angol
	V 80 L	Santiago	Nicasio Retamales	Galvarino	P. Municipal León Gallo S/N
	V 80 M	Rancagua	Terminal O`Higgins	El Quisco	Isidora Dubornais 265

Folio	Recorrido	Comuna de Origen	Dirección Terminal de Origen	Comuna de Destino	Dirección Terminal de Destino
	V 80 N	Rancagua	Av. Libertador O`Higgins 484	Cartagena	Av. Capitán Ignacio Carrera Pinto 540
	V 80 P	Estación Central	Av. Bernardo O'Higgins 3898	Rengo	Elicura S/N
	V 80 Q	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Talca	Dos Sur N°1920 Oficina 22
	V 80 R	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Futrono	German Riesco N°13
	V 80 S	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Futrono	German Riesco N°13
	V 80 T	Santiago	Nicasio Retamales N°44	Río Bueno	Esmeralda 1481 Esq.Joaquin Prieto Rio Bueno
	V 80 U	Santiago	Nicasio Retamales N°44	Panguipulli	Gabriela Mistral N° 1000
	V 80 V	Santiago	Nicasio Retamales N°44	Futrono	Los Robles S/N
800010	T - 110	Alhué	Calle 21 de Mayo S/N	Santiago	Terminal San Borja, 122 Of. 05
	V-1	Santiago	Av. Hermosilla N° 11	Santiago	San Borja N° 122, Estacion Central
800012	T	Santa Cruz	Rafael Casanova 478	Estación Central	Nicasio Retamales 44
800013	T -105 C	Estación Central	Nicasio Retamales 44	Concepción	Ignacio Carrera Pinto S/N
	T-105 D	Santiago	Nicasio Retamales	Cañete	Serrano 261
	T-105 E	Estación Central	Nicasio Retamales 44	Temuco	Pedro Aguirre Cerda N°702
800015	T - 107	Santa Cruz	(En Blanco)	Santiago	Nicasio Retamales N°44 Estación Central
	T 107 A	Pumanque	(En Blanco)	Santiago	Nicasio Retamales N° 44 Estación Central
800020	T	San Vicente	Romeral de Zúñiga S/N	Estación Central	Nicasio Retamales 44
	V-A	Rengo	Mercado Municipal	Estación Central	Alameda Bernardo O'Higgins 3850
800046	T	Santiago	San Borja 184	Las Cabras	John Kennedy N°345
	V-A	Santiago	San Borja 184 Estación Central	Las Cabras	John Kennedy N°345
800049	T	Pichidegua	Terminal Municipal	Santiago	Nocasi Retamales 44
	V-A	Santa Cruz	Av. Rafael Casanova 480,	Santiago	Nicasio Retamales
800050	T	Santa Cruz	Rafael Casanova 480	Santiago	Terminal San Borja 122
	V-A	Graneros	Pobl. Capricornio Calle G. Mistral	Santiago	Terminal San Borja
	V-B	Santa Cruz	Rafael Casanova 480	Santiago	Nicasio Retamales 044
	V-C	Graneros	Pobl.Capricornio Calle G.Mistral	Santiago	Nicasio Retamales 44 E.Central
800118	Concepción - Los Ríos	Concepción	Terminal Collao, Tegualda Nº 860	Valdivia	Terminal Valdivia Anfión Muñoz N° 360
	Concepción - Pucón	Concepción	Terminal Collao, Tegualda N° 860	Pucón	Avda. Colo Colo N°580
	Concepción - Puerto Montt	Concepción	Terminal Collao, Tegualda N° 860	Puerto Montt	Terminal de Buses Puerto Montt, Diego Portales N°1001
	Concepción - Santiago	Concepción	Terminal Collao, Tegualda N° 860	Estación Central	Santiago (Francisco de Borja 122 Of. 144)(Nicasio Retamales N° 44)
	Pichilemu - Rancagua	Pichilemu	Terminal de Buses Pichilemu: Millaco N° 534	Rancagua	Terminal O`Higgins
	Pichilemu - Santiago (Ingreso Santa Cruz)	Pichilemu	Terminal de Buses Pichilemu: Millaco N° 534	Estación Central	Santiago (Terminal San Borja Y Terminal Nicasio Retamales N° 44)
	Puerto Montt - Pucón	Puerto Montt	Terminal de Buses Puerto Montt, Diego Portales N°1001	Pucón	Avda. Colo Colo N°580
	Santiago - Antuco	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Antuco	Calle Principal Ruta Q-45 Calle Los Carrera Y Sargento Aldea (Región del Bio Bio)

Folio	Recorrido	Comuna de Origen	Dirección Terminal de Origen	Comuna de Destino	Dirección Terminal de Destino
	Santiago - Capitán Pastene	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Lumaco	Dante N° 861 Capitán Pastene
	Santiago - Cholchol	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Cholchol	Calle Ercilla N° 338
	Santiago - Coñaripe	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Panguipulli	Guido Beck de Ramberga 727 Coñaripe
	Santiago - Contulmo	Estación Central	Santiago (Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Contulmo	Los Tilos N° 493
	Santiago - Los Ángeles	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Los Ángeles	Av. Sor Vicenta
	Santiago - Los Muermos	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales N° 44	Los Muermos	Los Muermos
	Santiago - Los Muermos 2	Estación Central	Terminal San Borja: San Borja N° 184	Los Muermos	Los Muermos
	Santiago - Mehuín	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Mariquina	Mehuín (La Caleta S/N)
	Santiago - Melipeuco	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Melipeuco	Av. Pedro Aguirre Cerda Con Calle Prat.
	Santiago - Neltume	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Panguipulli	Neltume (Camino Internacional S/N)
	Santiago - Panguipulli - Puerto Fuy	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Panguipulli	Camino Internacional S/N
	Santiago - Pucón	Estación Central	(Terminal San Borja N° 480) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Pucón	Colo Colo N° 580, Pucón
	Santiago - Puerto Domínguez	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Carahue	Puerto Domínguez (Calle Ejercito N° 01215)
	Santiago - Puerto Montt	Estación Central	Santiago (Francisco de Borja 122 Of. 144)(Nicasio Retamales N° 44)	Puerto Montt	Terminal de Buses de Puerto Montt: Av. Diego Portales N° 1001
	Santiago – Puerto Octay	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Puerto Octay	Vía Pública
	Santiago - Pumanque	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Pumanque	Plaza de Armas
	Santiago - Rancagua	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Rancagua	Terminal O`Higgins
	Santiago - Valparaíso	Estación Central	(Terminal San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Valparaíso	Terminal Rodoviario Pedro Montt 2831
	Santiago - Viña del Mar	Estación Central	San Borja: San Borja N° 184) (Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Viña del Mar	Terminal Viña del Mar: Calle Valparaiso N° 1055
	Santiago -Parral	Estación Central	Terminal Nicasio Retamales N°44 (Terminal San Borja N°184)	Parral	(En Blanco)
	Santiago Pichilemu (Ingreso A La Estrella)	Estación Central	Santiago (Terminal San Borja Y Terminal Nicasio Retamales N° 44)	Pichilemu	Terminal de Buses Pichilemu: Millaco N° 534
	T	Pichilemu	Av. Millaco N°534	Santiago	Calle San Francisco de Borja N°122
	V - T	Estación Central	San Francisco de Borja N° 184	Toltén	Av. Costanera, N° 0350, Queule

Folio	Recorrido	Comuna de Origen	Dirección Terminal de Origen	Comuna de Destino	Dirección Terminal de Destino
	V- E	Pichilemu	Av. Millaco N° 534	Santiago	San Francisco de Borja 184
	V-?	Estación Central	San Borja N°184	Saavedra	Av. Ortúzar
	V-A	Alhué	(En Blanco)	Santiago	Calle San Francisco de Borja N°122
	Valparaíso - Pucón	Valparaíso	Terminal Rodoviario Pedro Montt 2831	Pucón	Calle Uruguay N° 627
	Valparaíso - Puerto Montt	Valparaíso	Terminal Rodoviario Pedro Montt 2831	Puerto Montt	Terminal de Buses Puerto Montt, Diego Portales N° 1001
	Valparaíso - Valdivia	Valparaíso	Terminal Rodoviario Pedro Montt 2831	Valdivia	Terminal Valdivia Anfion Muñoz N° 360
	V-B	San Pedro	(En Blanco)	Santiago	Calle San Francisco de Borja N°122
	V-C	Santiago	Nicasio Retamales N°44	Pichilemu	Av. Millaco N°534
	V-D	Pichilemu	Av. Millaco N° 534	Santiago	Nicasio Retamales
	V-F	Estación Central	San Borja N°184 Estación Central	Futrono	Llifen S/N
	V-G	Estación Central	N.Retamales 144 E. Central	Futrono	Llifen S/N
	V-H	Estación Central	San Borja 184 Estación Central	Talca	Calle Tres Sur N°1962
	V-I	Estación Central	N.Retamales 144 E. Central	Talca	Calle Tres Sur N°1962
	Viña del Mar - Pucón	Viña del Mar	Terminal Viña del Mar: Calle Valparaíso N° 1055	Pucón	Calle Uruguay N° 627
	Viña del Mar - Valdivia	Viña del Mar	Terminal Viña del Mar: Calle Valparaíso N° 1055	Valdivia	Terminal Valdivia Anfión Muñoz N° 360
	V-J	Estación Central	San Borja 184 Estación Central	Linares	Januario Espinoza 848 Lote C 1
	V-K	Estación Central	Retamales 144 E. Central	Talca	Januario Espinoza 848 Lote C 1
	V-L	Santiago	Nicasio Retamales N°44	Chillán	Av. Bernardo O'Higgins N°10
	V-M	Santiago	San Borja N°184 Estación Central	Chillán	Av. O'Higgins N°10
	V-N	Estación Central	San Borja N°184	Temuco	Av. San Sebastián 1050
	V-O	Estación Central	San Borja N°184	Pichidegua	Caleuche
	V-P	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Temuco	Av. San Sebastián 1050
	V-Q	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Saavedra	Av. Ortuzar
	V-R	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Pichidegua	(En Blanco)
	V-S	Estación Central	San Francisco de Borja N° 184	Pedro Aguirre Cerda	Av. El Lago N° 1658, Lago Ranco
	V-U	Estación Central	Nicasio Retamales N° 44	Lago Ranco	Av. El Lago N° 1658, Lago Ranco
	V-V	Estación Central	Nicasio Retameles N° 044	Toltén	Av. Costanera, N° 0350, Queule
800119	Santiago – Alto Hospicio	Estación Central	Terminal San Borja: San Borja N° 184	Alto Hospicio	Ruta A-16
	Santiago - Molina	Estación Central	Nicasio Retamal N°°44 Terminal de Buses	Molina	Interior Plaza S/N
	Santiago - Ovalle - Antofagasta	Estación Central	Terminal San Borjas	Antofagasta	Pedro Aguirre Cerda N° 5750 Terminal de Buses Cardenal Carlos Oviedo Cavada
	Santiago - Pichilemu	Estación Central	Terminal San Borja: San Borja N° 184	Pichilemu	Terminal de Buses Pichilemu: Millaco N° 534
	Santiago - Valdivia	Estación Central	Terminal San Borja: San Borja N° 184	Valdivia	Terminal Valdivia Anfión Muñoz N° 360
	Santiago - Valdivia 2	Estación Central	Nicasio Retamal N°°44 Terminal de Buses	Valdivia	Terminal Valdivia Anfión Muñoz N° 360
	T	Santiago	Nicasio Retamales	Curicó	Av. Arturo Prat 780
	V-A	Santiago	Nicasio Retamales	Rancagua	O'Higgins 484

Folio	Recorrido	Comuna de Origen	Dirección Terminal de Origen	Comuna de Destino	Dirección Terminal de Destino
	V-B	Santiago	Terminal San Borja 122	Copiapó	Colipi 114
	V-C	Santiago	Nicasio Retamales	Temuco	Vicente Perez Rosales 1609
	V-D	Estación Central	Nicasio Retamales N° 44, Estación Central	Santa Cruz	Rafael Casanova N° 480, Santa Cruz
	V-E	Estación Central	Terminal San Borja	Calama	Granaderos N° 3048
800120	T	Santa Cruz	Rafael Casanova 478	Estación Central	Nicasio Retamales
800121	Rancagua - Cauquenes - Concepción	Rancagua	Terminal O`Higgins	Concepción	Terminal Collao, Tegualda Nº 860
	Rancagua - Concepción	Rancagua	Terminal O`Higgins	Concepción	Terminal Collao, Tegualda Nº 860
	Santiago - Antuco	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Antuco	Los Carreras
	Santiago - Chillán	Estación Central	Nicasio Retamal N°°44 Terminal de Buses	Chillán	Terminal María Teresa, O'Higgins Nº 10
	Santiago - Curicó	Estación Central	Terminal Alameda: Nicasio Retamales Nº 44	Curicó	Terminal Arturo Prat N° 780
	Santiago-Cauquenes	Santiago	Nicasio Retamales N°44 Oficinas N°48-49 Y 131	Parral	
	Santiago-Nacimiento	Santiago	Nicasio Retamales N°44 Oficinas 48,49 Y 131	Nacimiento	
	Santiago-Parral	Santiago	Nicasio Retamales N°44 Oficinas N°48-49 Y 131	Parral	
	T 102 D	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Concepción	
	T 102 S	Estación Central	Nicasio Retamales 044	Santa Cruz	Rafael Casanova N°480 Oficina 53,54
	T-102	Estación Central	Nicasio Retamales N°444(Estación Central)	Pichilemu	
	T-102 A	Estación Central	Nicasio Retamales N°44 Estación Central	Pichilemu	
800123	Concepción - Pucón	Concepción	Terminal Collao, Tegualda Nº 860	Pucón	Av. Libertador Bernardo O`Higgins
	Santiago - Chillán	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Chillán	Terminal María Teresa, O'Higgins Nº 10
	Santiago - Cholchol 2	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Cholchol	Calle Lastarria N°100
	Santiago - Concepción	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Concepción	Circunvalación Tegualda (Terminal Collao)
	Santiago - Concepción - Cañete	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Cañete	Serrano
	Santiago – Pucón"	Estación Central	Nicasio Retamal N°°44 Terminal de Buses	Pucón	Av. Libertador Bernardo O`Higgins
	Santiago - Puerto Saavedra	Estación Central	Nicasio Retamal N°°44 Terminal de Buses	Saavedra	Calle Ejercito N° 1318 (Araucanía)
	Santiago - Rancagua	Estación Central	Terminal Alameda: Nicasio Retamales Nº 44	Rancagua	Av. Libertador General Bernardo O´Higgins N° 484
	Santiago - San Fernando	Estación Central	Terminal Alameda: Nicasio Retamales Nº 44	San Fernando	Terminal Manso Velasco / Rancagua
	Santiago - Toltén	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Toltén	Refugio Peatonal Calle José María Caro Nueva Toltén
	Santiago - Tucapel	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Tucapel	Tucapel Vía Pública
	Santiago-Cholchol	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Cholchol	Calle Lastarria N°100
	Santiago-Lebu	Estación Central	Nicasio Retamales N°44	Lebu	Calle Carrera N°538
	T	Estación Central	Nicasio Retamales N°42	Valdivia	Anfión Muñoz N°360
	V-A	Estación Central	Nicasio Retamales N°42	Temuco	Vicente Pérez Rosales N°01609
	V-B	Estación Central	Nicasio Retamales 044	Villarrica	Anfión Muñoz N°721
	V-C	Estación Central	Nicasio Retamales 044	Cañete	Séptimo de Línea N°644

Folio	Recorrido	Comuna de Origen	Dirección Terminal de Origen	Comuna de Destino	Dirección Terminal de Destino
800124	Machalí - Santiago	Machalí	Propiedad Ubicada Km 4.5 Parcela N° 3, Carretera El Cobre	Estación Central	Terminal San Borja: San Borja N° 184
	Troncal	Estación Central	Terminal San Borja: San Borja N° 184	Pichilemu	Millaco N° 534
800127	Rancagua - Santiago	Rancagua	Terminal O`Higgins	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44
800128	Rancagua - Chillán	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Chillán	Terminal María Teresa, O'Higgins Nº 10
	Rancagua - Concepción	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Concepción	Terminal Collao
	Santiago - Bulnes	Estación Central	Terminal Estación Central: Nicasio Retamales Nº 44	Bulnes	Ruta N-48, Vía Pública
	Santiago - Quillón	Estación Central	Terminal Estacion Central: Nicasio Retamales Nº 44	Quillón	Ruta N-48, Vía Pública

Fuente: Elaboración Propia a partir de información de la Subsecretaría de Transportes

4.8.2 Catastro de Buses Rurales

En la Región de O'Higgins operan 93 servicios de buses rurales con una flota total de 799 vehículos, a lo que se suman 3 servicios de minibuses rurales con una flota de 7 vehículos, distribuidos como se muestra en el cuadro que sigue.

CUADRO N°4.7-10: EMPRESAS DE TRANSPORTES DE BUSES Y MINIBUSES RURALES

Folio	Nombre Responsable	Nombre Fantasía	Tamaño Flota	Antigüedad Promedio Flota (años)
500018	Juan Antonio Serce Cantillana	Juan Antonio Serce Cantillana	11	10,2
500039	Oliver Queno Ogaz Sandoval	Oliver Queno Ogaz Sandoval	19	8,3
500040	Osvaldo Antonio Guerrero Palma	Osvaldo Antonio Guerrero Palma	10	14,2
500043	Leopoldo Antonio Gonzalez Rodriguez	Leopoldo Antonio Gonzalez Rodriguez	3	19,0
500045	Pedro Isaac Gálvez Pereira	Pedro Isaac Gálvez Pereira	32	8,2
500047	Luis Hernan Lecaros Lecaros	Luis Hernan Lecaros Lecaros	3	4,7
500048	Sergio Eduardo Abarca Abarca	Sergio Eduardo Abarca Abarca	15	14,3
500049	Gladys Del Carmen Donoso Chandía	Gladys Del Carmen Donoso Chandía	1	17,0
500057	Pedro Eliseo Rodríguez Yá?Ez	Pedro Eliseo Rodríguez Yá?Ez	3	15,7
500062	Jose Octavio Palma Reyes	Jose Octavio Palma Reyes	4	19,0
500063	Jose Hipolito Troncoso Gonzalez	Jose Hipolito Troncoso Gonzalez	1	20,0
500066	Flora Rosa Salazar Pino	Flora Rosa Salazar Pino	3	14,7
500068	Hugo Leonardo Matus Silva	Hugo Leonardo Matus Silva	6	11,5
500070	Daniel Amador Guerrero Palma	Daniel Amador Guerrero Palma	3	10,3
500072	Juan Vital Guerrero Escobar	Juan Vital Guerrero Escobar	10	12,4
500076	Carlos José Del Pino Lizana	Carlos José Del Pino Lizana	4	8,3
500078	Jorge Antonio Fuentes Del Pino	Jorge Antonio Fuentes Del Pino	2	6,5
500081	Cristian Saavedra Fuenzalida	Cristian Saavedra Fuenzalida	2	2,5
500085	Rodrigo Ortiz Vidal	Rodrigo Ortiz Vidal	3	16,7
500089	Paula Andrea Arenas Guzman	Paula Andrea Arenas Guzman	19	8,7

Folio	Nombre Responsable	Nombre Fantasía	Tamaño Flota	Antigüedad Promedio Flota (años)
500092	Orlando Hernan Blanco Maldonado	Orlando Hernan Blanco Maldonado	2	10,5
500102	Transportes-Pasajeros Chimbarongo Ltda.	Transportes-Pasajeros Chimbarongo Ltda.	30	6,5
500106	Francisco Y Flavio Cornejo Y Cia Ltda	Buses Peñablanca	17	6,5
500112	Mauricio Raul Valenzuela Valenzuela	Mauricio Raul Valenzuela Valenzuela	2	10,0
500116	Rodrigo Fernando Poblete Campos	Rodrigo Fernando Poblete Campos	9	18,0
500117	Felipe Alejandro Reyes Nu?Ez	Felipe Alejandro Reyes Nu?Ez	5	12,0
500123	Rene Orlando Bustamante Leiva	Rene Orlando Bustamante Leiva	1	13,0
500124	Carlos Ivan Silva Guzman	Carlos Ivan Silva Guzman	6	10,5
500130	Soc. de Buses El Membrillo	Soc. de Buses El Membrillo	1	21,0
500135	Norma Rosa Orostegui Abarca	Norma Rosa Orostegui Abarca	2	16,5
500139	Ivan Patricio Diaz Marin	Ivan Patricio Diaz Marin	1	17,0
500140	Fernando Veliz Caceres / Rutamar	Fernando Veliz Caceres / Rutamar	8	9,1
500141	Soc. De Ttes. Quelentaro Y Compa?Ia Ltda.	Ttes. Quelentaro	15	11,5
500145	Jorge Avelino Salas Riveros	Jorge Avelino Salas Riveros	2	3,5
500147	Gonzalo Rodrigo Toro Fuentes	Gonzalo Rodrigo Toro Fuentes	1	23,0
500148	Luis Ernesto Salazar Pino	Luis Ernesto Salazar Pino	3	11,3
500150	Daniel Arturo Ortiz Carquin	Daniel Arturo Ortiz Carquin	1	21,0
500151	Sergio Del Carmen Herrera Reyes	Sergio Del Carmen Herrera Reyes	15	11,1
500154	Angela Del Carmen Arce Cornejo	Angela Del Carmen Arce Cornejo	3	12,7
500156	Gloria Myrella Galleguillos Arias	Gloria Myrella Galleguillos Arias	3	13,7
500164	Sergio Enrique Herrera Pino	Sergio Enrique Herrera Pino	7	11,7
500165	Soc. de Ttes. Cristmar Ltda.	Soc. de Ttes. Cristmar Ltda.	6	8,0
500171	Octavio Parraguez Gonzalez	Octavio Parraguez Gonzalez	1	10,0
500175	Juan Reyes Galvez	Juan Reyes Galvez	1	19,0
500183	Jorge Peña Bruce	Jorge Peña Bruce	3	19,7
500184	María Teresa Moscoso Gonzalez	María Teresa Moscoso Gonzalez	1	2,0
500189	Soc. Comercial Rafael Garcia E Hijos Ltda.	Soc. Comercial Rafael Garcia E Hijos Ltda.	11	13,8
500196	Margarita Zulema Guajardo Farfán	Margarita Zulema Guajardo Farfán	7	10,3
500198	A.G. De Empresarios De La Locomocion Colectiva De La Linea Sextur Lago Rapel	A.G. De Empresarios De La Locomocion Colectiva De La Linea Sextur Lago Rapel	72	11,8
500199	Leonidas Manuel Pérez Serce	Leonidas Manuel Pérez Serce	3	5,3
500200	Sergio Ariel Abarca Muñoz	Sergio Ariel Abarca Muñoz	2	12,5
500201	Transportes Nilahue del Sur Limitada	Transportes Nilahue del Sur Limitada	7	12,9
500202	Sucesión Demetrio Francisco Caveros Vallejos	Sucesión Demetrio Francisco Caveros Vallejos	11	13,2
500204	Camilo Enrique Gaete Gonzalez	Camilo Enrique Gaete Gonzalez	17	14,4
500205	Empresa de Transportes de Pasajeros MB Ltda	Empresa de Transportes de Pasajeros MB Ltda	4	4,0
500206	Adrian Enrique Maturana Bustos	Adrián Enrique Maturana Bustos	6	19,3
500207	Boris Cristian Ortiz Toro	Boris Cristian Ortiz Toro	6	8,8

Folio	Nombre Responsable	Nombre Fantasía	Tamaño Flota	Antigüedad Promedio Flota (años)
500209	Flavio Eugenio De Jesús Cornejo Anselmo	Flavio Eugenio De Jesús Cornejo Anselmo	3	9,3
500210	Félix Enrique Donoso Romero	Félix Enrique Donoso Romero	1	6,0
500211	Isaac Rodrigo Galvez Perez	Isaac Rodrigo Galvez Perez	3	7,0
500215	Caroline Andrea Pavez González	Caroline Andrea Pavez González	4	13,0
500216	Red de Transportes O'Higgins Spa	Red de Transportes O'Higgins Spa	17	14,5
500217	Luis Rodrigo Soto Carreño	Luis Rodrigo Soto Carreño	1	12,0
500218	Transportes Blanco Spa.	Transportes Blanco Spa.	1	17,0
500219	Transportes Nueva Colchagua Spa	Transportes Nueva Colchagua Spa	6	12,0
500220	Alonso Juan Ogaz Sanvoval	Alonso Juan Ogaz Sanvoval	1	8,0
500222	Carlos Alberto Mella Rubio	Carlos Alberto Mella Rubio	1	5,0
500223	Benjamín Octavio Melendes Fuenzalida	Benjamín Octavio Melendes Fuenzalida	1	15,0
500224	Jimmy Gonzalo Stevenson Meza	Jimmy Gonzalo Stevenson Meza	5	6,8
500225	Claudio Luis López Herrera	Claudio Luis López Herrera	1	21,0
500226	Luis Ramón González Díaz	Luis Ramón González Díaz	1	12,0
600000	Francisco Antonio Céspede Gajardo	Francisco Antonio Céspede Gajardo	4	7,5
700001	Leticia De Las Mercedes Mondaca Osorio	Leticia De Las Mercedes Mondaca Osorio	2	8,0
700005	Flavio Eugenio De Jesús Cornejo Anselmo	Flavio Eugenio De Jesús Cornejo Anselmo	1	5,0
700009	Angel Jorge Santín Martínez	Angel Jorge Santín Martínez	6	7,0
700010	Jorge Carlos Valenzuela Allendes	Jorge Carlos Valenzuela Allendes	2	8,5
700013	Sociedad De Transportes El Mengo Spa	Sociedad De Transportes El Mengo Spa	1	8,0
700017	Soc De Transportes E Inversiones Arenas Y Guzman Ltda	Soc De Transportes E Inversiones Arenas Y Guzman Ltda	1	7,0
700018	Transportes Don Ignacio Limitada	Transportes Don Ignacio Limitada	1	12,0
800055	Transportes Pena Express Ltda	Peña Express Ltda.	18	7,7
800057	Soc. De Buses De Transportes De Pasajeros Lepetur Ltda	Buses Lepetur	7	9,4
800058	Jaime Andrés Bozo Tobar	Jaime Andrés Bozo Tobar	1	4,0
800064	Ariel Alexis Donoso Romero	Ariel Alexis Donoso Romero	3	8,3
800089	A.G.T. Galgo Omnibus	Galgo	87	11,2
800090	Jaime Alejandro Arenas Guzman	Jaime Alejandro Arenas Guzman	1	6,0
800092	Transportes Eurobus Ltda.	Transportes Eurobus Ltda.	22	8,9
800093	Transportes Coinco Ltda.	Transportes Coinco Ltda.	25	9,1
800095	Julia Jacqueline Donoso Muñoz	Julia Jacqueline Donoso Muñoz	2	18,5
800098	Raúl Hernán Tobar Carmona	Raúl Hernán Tobar Carmona	2	3,0
800099	Transportes Red Norte S.A.	Transportes Red Norte S.A.	41	12,2
800104	Cristian Andres Caveros Rosales	Cristian Andres Caveros Rosales	4	21,3
800105	Transportes Rafael Garcia Diaz EIRL	Transportes Rafael Garcia Diaz EIRL	20	12,2
800110	Transportes Litmar Ltda.	Litmar Ltda.	3	6,0
800111	Francisco Antonio Céspede Gajardo	Francisco Antonio Céspede Gajardo	7	12,0

Folio	Nombre Responsable	Nombre Fantasía	Tamaño Flota	Antigüedad Promedio Flota (años)
800113	A.G.T. Transportes Machalí	Buses Machalí	50	13,6
800115	Pedro Jose Miguel Landeros Miranda	Pedro Jose Miguel Landeros Miranda	3	20,0

A continuación, se presentan las comunas de origen y destino para las diferentes empresas de buses rurales de la región de O´Higgins.

CUADRO N°4.7-2: SERVICIOS DE BUSES RURALES

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
500018	C-120 A	San Fernando	San Vicente
500039	T	Rengo	Malloa
	V-A	Rengo	Rengo
	V-B	Rancagua	San Fernando
	V-C	Malloa	Rengo
	V-D	Rengo	Pichilemu
	V-E	Rengo	Malloa
	V-F	Rancagua	Pichilemu
500040	T	Rengo	Quinta de Tilcoco
	V-A	Rengo	Rengo
500043	Pichidegua - San Vicente T.T.	Pichidegua	San Vicente
	T	Pichidegua	San Vicente
500045	Licitado CTR 0134	Marchihue	Marchihue
	Licitado CTR 134	Marchihue	Marchihue
	T	San Fernando	San Fernando
	V - H	San Fernando	Placilla
	V-B	San Fernando	Nancagua
	V-D	Nancagua	Nancagua
	V-E	San Fernando	Placilla
	V-F	San Fernando	Chimbarongo
	V-G	San Fernando	Chimbarongo
500047	C-100	Santa Cruz	San Vicente
500048	T	Rengo	Rengo
	Totihue - Pichiguao - Rengo	Rengo	Requínoa
	V-A	Rengo	Quinta de Tilcoco
	V-B	Rengo	Rengo
	V-C	Rengo	Rengo
	V-D	Rengo	Rengo
	V-E	Rengo	Rengo
	V-F	Rengo	Rengo
500049	C-160	Rengo	Rengo

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
500057	T	San Vicente	Pichidegua
500062	C-153	Rengo	Quinta de Tilcoco
500063	T	Chépica	Santa Cruz
	V-A	Chépica	Santa Cruz
	V-C	Chépica	Santa Cruz
500068	C-148	Santa Cruz	La Estrella
500070	C 172 A	Pichidegua	San Vicente
500072	T	San Vicente	San Vicente
	V-A	San Vicente	San Vicente
	V-B	Quinta de Tilcoco	San Vicente
500076	C 147 B	Pichilemu	Pichilemu
	C-147 A	Pichilemu	Pichilemu
	CRT 0158 (Espinillo - Pichilemu)	Pichilemu	Pichilemu
	Subsidiado CTA-0563	Pichilemu	Pichilemu
500078	C-137	Rengo	Rengo
500081	C-136	San Fernando	San Fernando
500085	C-133	Chimbarongo	Chimbarongo
500089	C 129 A	San Fernando	San Fernando
	C 129 B	San Fernando	San Fernando
	C-129	San Fernando	San Fernando
	C-129-C	San Fernando	San Fernando
	C-129-D	San Fernando	San Fernando
500092	T	Pichidegua	Santa Cruz
	V-A	Palmilla	San Vicente
500102	San Fernando - Santa Cruz	San Fernando	Santa Cruz
	T	Chimbarongo	San Fernando
	V-A	San Fernando	Santa Cruz
	VARIANTE V - G	Chimbarongo	San Fernando
	V-B	San Fernando	Santa Cruz
	V-D	Nancagua	San Fernando
	V-E	San Fernando	Curicó
	V-F	San Fernando	Curicó
500106	CTA 0581 (La Villa – Litueche)	Litueche	Litueche
	CTR 0159 (La Polcura - Navidad)	Navidad	Navidad
	CTR 0288 (Punta de Marchigue - Marchigue)	Marchihue	Marchihue
	CTR 0385 (Tumán - Navidad)	Navidad	Navidad
	Navidad - Litueche	Navidad	Litueche
	Navidad - Santa Cruz	Navidad	Santa Cruz
	Subsidiado CTR0120	Marchihue	Marchihue
	T- 7	Santa Cruz	Pichilemu

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
	T-3	Pumanque	Santa Cruz
	T-4	Peralillo	Santa Cruz
	T-5	Marchihue	Santa Cruz
	T-6	Marchihue	Santa Cruz
	Trazado 1	Litueche	Santa Cruz
	Trazado 2	Litueche	Santa Cruz
500112	T	Santa Cruz	Santa Cruz
500116	T	Chimbarongo	San Fernando
	V-B	Chimbarongo	San Fernando
	V-C	Chimbarongo	Chimbarongo
	V-D	Chimbarongo	Chimbarongo
500117	T	San Fernando	San Fernando
	V-A	San Fernando	San Fernando
500123	T	Paredones	Santa Cruz
500124	La Calera - Santa Cruz	Palmilla	Santa Cruz
	La Candelaria - Chépica	Chépica	Chépica
	Rinconada de Palmilla - Santa Cruz	Palmilla	Santa Cruz
	Santa Cruz - Talca	Santa Cruz	Talca
	T	Chépica	San Fernando
	V-A	Santa Cruz	Chépica
	V-B	Santa Cruz	Chépica
	V-C	Chépica	Santa Cruz
	V-D	Chépica	Santa Cruz
500130	T	Lolol	Santa Cruz
500135	T	Chépica	Santa Cruz
500139	T	Malloa	San Fernando
500140	Santa Cruz - Boyeruca	Vichuquén	Santa Cruz
	Santa Cruz - Pichilemu	Santa Cruz	Pichilemu
	T	Santa Cruz	Santa Cruz
500141	Subsidiado A	Litueche	Litueche
	T	Melipilla	Litueche
	V-A	Melipilla	La Estrella
500145	T	San Vicente	San Vicente
500147	T	San Vicente	San Vicente
500148	T	San Vicente	San Vicente
500150	T	San Vicente	San Vicente
500151	CTR 0102 (Santa Lucía - Pichidegua)	Pichidegua	Pichidegua
	T	Pichidegua	San Vicente
	V	Pichidegua	San Vicente
500154	T	Pichidegua	San Vicente

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
500156	T	San Vicente	San Vicente
500164	T	Pichidegua	San Vicente
500165	Subsidiado	Pichidegua	Pichidegua
	T	Pichidegua	Santa Cruz
500171	T	Marchihue	Santa Cruz
	V-A	Marchihue	Santa Cruz
500175	Subsidiado A	Pumanque	Pumanque
	T	Santa Cruz	Pumanque
	V-A	Pumanque	Santa Cruz
500183	T	Olivar	Rancagua
500184	T	San Vicente	San Vicente
500189	T	Olivar	Rancagua
	V-A	Olivar	Rancagua
	V-B	Olivar	Rancagua
500196	T	San Fernando	San Fernando
	V-A	San Fernando	San Fernando
	V-B	San Fernando	San Fernando
500198	C-11001	Las Cabras	Rancagua
	C-11002	Do?ihue	Rancagua
	C-11003	Peumo	Rancagua
	C-11004	Las Cabras	Rancagua
	C-11005	San Vicente	Rancagua
	C-11006	Rancagua	Cartagena
	C-11007	Pichilemu	Rancagua
	C-11008	Pichilemu	Rancagua
	C-11009	Navidad	Rancagua
	C-11010	San Vicente	Pichilemu
	C-11011	Alhué	Rancagua
	San Vicente T.T. - Cartagena	San Vicente	Cartagena
500199	CTR0179 Tramo El Calabozo (Sector Lo Moscoso) - Placilla	Placilla	Placilla
	ID CTC0045 (La Paloma – San Fernando)	San Fernando	San Fernando
500200	Rengo - Popeta	Rengo	Rengo
	T	Rengo	Rengo
500201	T	Santa Cruz	Pumanque
	V-A	Santa Cruz	Pichilemu
	V-B	San Fernando	Pichilemu
	V-C	Santa Cruz	Pumanque
	V-D	Santa Cruz	Pumanque
	V-E	Santa Cruz	Pumanque
500202	T	San Vicente	San Fernando

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
500204	San Francisco - Rancagua	Mostazal	Rancagua
	T	Mostazal	Rancagua
500205	Troncal	Paredones	Santa Cruz
	Variante V -A	Lolol	Santa Cruz
	Variante V -B	Paredones	Santa Cruz
	Variante V -C	Paredones	Santa Cruz
	Variante V -D	Lolol	Santa Cruz
500206	Pichidegua - Rancagua	Pichidegua	Rancagua
	San Vicente - Pichilemu	San Vicente	Pichilemu
500207	T	San Vicente	San Vicente
	V-A	San Vicente	San Vicente
	V-B	San Vicente	San Vicente
500209	CTA 0110 (Los Quillalles - Las Cabras)	Las Cabras	Las Cabras
	CTR-0089	Litueche	Litueche
	ID CTR0260 (Pulin - Litueche)	Litueche	Litueche
	Lituerche - Santa Cruz	Litueche	Santa Cruz
500210	CTR - 0260	Litueche	Litueche
500211	Troncal	San Fernando	San Fernando
	Variante C-161	Chimbarongo	Chimbarongo
	Variante C-161 B	San Fernando	Chimbarongo
	Variante C-161 C	Chimbarongo	Chimbarongo
	Variante C-161 D	Chimbarongo	San Fernando
500215	T	San Fernando	Santa Cruz
	V - A	San Fernando	Chimbarongo
500216	Machalí - Rancagua	Machalí	Rancagua
500217	Paredones de Auquinco - Santa Cruz	Chépica	Santa Cruz
500218	Pichilemu - Bucalemu	Pichilemu	Paredones
	Pichilemu - Paredones	Pichilemu	Paredones
	Pichilemu - Santa Cruz	Pichilemu	Santa Cruz
	Pichilemu - Santa Cruz (Ruta 90)	Pichilemu	Pichilemu
500219	CTA0380 (La Estrella – San Rafael – La Estrella)	La Estrella	La Estrella
	CTR0372, (1) La Palma – Santa Cruz (Por Yáquil)	Santa Cruz	Santa Cruz
	CTR0372, (2) La Palma – Santa Cruz (Por La Lajuela)	Santa Cruz	Santa Cruz
	CTR0372, (3) Rinconada De Yáquil – Santa Cruz	Santa Cruz	Santa Cruz
	CTR0373, (2) Rincón De Panamá – Santa Cruz	Santa Cruz	Santa Cruz
	ID CTR0316, (Peña Blanca – Pumanque)	Pumanque	Pumanque
	ID CTR0373 (La Patagua – Santa Cruz)	Santa Cruz	Santa Cruz
500220	Rengo - Cantarrana	Rengo	Rengo
500222	Rinconada de Meseses - Santa Cruz	Chépica	Santa Cruz
500223	Bucalemu - Santa Cruz	Paredones	Santa Cruz

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
500224	ID CTA0080 (Machalí –Chacayes)	Machalí	Machalí
	T (Coya -Rancagua)	Machalí	Rancagua
	V-A (Chacayes-Rancagua)	Machalí	Rancagua
500225	Troncal	Santa Cruz	Santa Cruz
500226	Troncal	San Vicente	Pichidegua
600000	Cta 0585 (Los Chacayes - Lolol)	Lolol	Lolol
	Ctr 0316 (Peña Blanca - Pumanque)	Pumanque	Pumanque
700001	Ctr 0328 (Los Canelos - Litueche)	Litueche	Litueche
700005	Cta - 0103	Navidad	Navidad
	Cta 0567 (Nilahue Barahona - Pumanque - Santa Cruz)	Pumanque	Santa Cruz
	Cta0089 (Quelentaro Alto – Litueche)	Litueche	Litueche
	Los Quillales - Las Cabras	Las Cabras	Las Cabras
	Subsidiado A	Peralillo	Peralillo
	Subsidiado B	Peralillo	Peralillo
	Subsidiado C	Navidad	Navidad
700009	Cta 0089 (Quelentaro Alto - Litueche)	Litueche	Litueche
	Ctr - 0328 (Los Canelos - Litueche)	Litueche	Litueche
	Ctr - 0328 (Quelentaro - Litueche)	Litueche	Litueche
	Melipilla - Litueche	Melipilla	Litueche
700010	Cta 0560 (El Quillay - Paredones)	Paredones	Paredones
	Cta 0560 2 (Paredones - San Marcos)	Paredones	Paredones
700013	Ctr0 185 (La Aguada – La Estrella)	La Estrella	La Estrella
700017	Cta-0088 (Paso El Soldado - Litueche)	Litueche	Litueche
700018	Ctr0264 (Manquehua – Litueche)	Litueche	Litueche
800055	Crt 0135 (1) (El Barco - Peralillo)	Peralillo	Peralillo
	Cta 0485 (Los Canelos - Chepica)	Chépica	Chépica
	Cta 0562 (Mallermo - Marchigue)	Marchihue	Marchihue
	Cta 0671 (Paulun - Navidad)	Navidad	Navidad
	Ctr 0344 (Rincón de Las Viñas – Paredones)	Paredones	Paredones
	Id Ctr0159 (La Polcura – Navidad)	Navidad	Navidad
	Id Ctr0409 (Mallermo-Marchigüe)	Marchihue	Marchihue
	Nilahue Cornejo - Santa Cruz	Pumanque	Santa Cruz
	Pumanque - Santa Cruz	Pumanque	Santa Cruz
	Pumanque - Santa Cruz 2	Pumanque	Santa Cruz
	Rincón Los Sauces - Santa Cruz	Pumanque	Santa Cruz
	T	Pumanque	Santa Cruz
	T-A	Peralillo	Santa Cruz
	T-B	Marchihue	Santa Cruz
	T-C	Marchihue	Santa Cruz
800057	T	Chimbarongo	Chimbarongo

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
800058	T	Pichilemu	Pichilemu
	Variante - Pañul	Pichilemu	Pichilemu
800064	Cta0630 (El Bajito - Navidad)	Navidad	Navidad
	Cta0630 (El Maitén - Navidad)	Navidad	Navidad
	CTR - 0160	Navidad	Navidad
	CTR 0184	Litueche	Litueche
	CTR0308 (Tumán - La Polcura - Navidad)	Navidad	Navidad
	Subsidiado	Litueche	Litueche
	Subsidiado A	Litueche	Litueche
	Subsidiado B	Navidad	Navidad
	Subsidio D	Litueche	Litueche
800089	Pichidegua - Rancagua	Pichidegua	Rancagua
	Quinta Tilcoco - Rancagua	Quinta de Tilcoco	Rancagua
	T-A	Requínoa	Rancagua
	T-B	Requínoa	Rancagua
	T-C	Rengo	Rancagua
	T-D	San Fernando	Rancagua
	T-E	Las Cabras	Rancagua
	T-F	San Vicente	Rancagua
	T-G	Las Cabras	Rancagua
	T-H	Quinta de Tilcoco	Rancagua
	T-I	Rancagua	Rancagua
	T-J	Las Cabras	Rancagua
	T-K	Las Cabras	Rancagua
	T-N	Malloa	Rancagua
	Totihue - Pichiguao - Rancagua	Rengo	Rancagua
800090	Ctr 0265 (Navidad - Rapel - Ranquilco – Litueche)	Navidad	Litueche
800092	San Fernando -Santa Cruz	San Fernando	Santa Cruz
	San Fernando-Santa Cruz	San Fernando	Santa Cruz
	T-1	San Fernando	Santa Cruz
	T-2	San Fernando	Santa Cruz
800093	Coinco - Doñihue	Coinco	Doñihue
	Coinco - Rancagua	Coinco	Rancagua
	Coinco - Rancagua	Coinco	Rancagua
	Coinco - Requinoa	Coinco	Requínoa
	T	Coinco	Rancagua
	V-A	San Vicente	Rancagua
	V-B	Quinta de Tilcoco	Rancagua
	V-C	Coinco	Rancagua
	V-D	Coinco	Rancagua

Folio	Nombre del Recorrido	Comuna Origen	Comuna Destino
800095	T	San Vicente	San Vicente
800098	CTR 0338 (El Carrizal - Quinta Tilcoco)	Quinta de Tilcoco	Quinta de Tilcoco
	CTR 0338 (Guacargue - Quinta Tilcoco)	Quinta de Tilcoco	Quinta de Tilcoco
800099	T	Mostazal	Rancagua
	V-A	Graneros	Rancagua
	V-B	Graneros	Rancagua
	V-C	Rancagua	Rancagua
	V-D	Rancagua	Rancagua
	V-E	Rancagua	Rancagua
	V-F	Mostazal	Rancagua
	V-G	Mostazal	Rancagua
	V-H	Rancagua	Mostazal
	V-I	Rancagua	Mostazal
800104	T	San Vicente	San Vicente
	V-A	San Vicente	San Vicente
800105	T	Codegua	Rancagua
	V-A	Codegua	Rancagua
	V-B	Mostazal	Rancagua
	V-C	Mostazal	Rancagua
	V-D	Mostazal	Rancagua
	V-E	Codegua	Rancagua
800110	CTA 0567 (Nilahue Barahona - Pumanque - Santa Cruz)	Pumanque	Santa Cruz
	T	Palmilla	Santa Cruz
800111	CTA0561 (Ranguili Alto - Lolol)	Lolol	Lolol
	T	Lolol	Santa Cruz
	V-A	Santa Cruz	Lolol
800113	T	Machalí	Rancagua
	V-A	Machalí	Rancagua
	Variante V - G	Machalí	Rancagua
	V-B	Machalí	Rancagua
	V-C	Machalí	Rancagua
	V-D	Machalí	Rancagua
	V-E	Machalí	Rancagua
800115	T	Chimbarongo	Chimbarongo
	V-A	Chimbarongo	San Fernando

Adicionalmente existen 64 servicios de taxis colectivos rurales, con un total de 1.228 vehículos. El detalle de la información disponible por servicio se incluye en anexo.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

5 MODELOS DE ELECCIÓN DE RUTA 5-1

5.1 PRESENTACIÓN 5-1
5.2 PUNTOS DE ENCUESTA 5-1
5.3 DISEÑO DEL FORMULARIO 5-3
5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL 5-4
5.4.1 Consideraciones Generales 5-4
5.4.2 Experimento Calzada Doble / Calzada Simple 5-7
5.5 LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS 5-10
5.5.1 Descripción de la muestra de vehículos livianos 5-10
5.5.2 Descripción de la muestra de vehículos pesados 5-14
5.6 ESTIMACIÓN DE MODELOS 5-17
5.6.1 Modelo Vehículos Livianos 5-17
5.6.2 Modelo Vehículos Pesados 5-20
5.7 CÁLCULO DEL VALOR DEL TIEMPO 5-23
5.7.1 Modelo Vehículos Livianos 5-24
5.7.2 Modelo Vehículos Pesados 5-26
5.8 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS 5-27

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXO CAP. 5: MODELOS DE ELECCIÓN DE RUTA
5-1 DISEÑO EXPERIMENTOS PD
5-2 FORMULARIOS ENCUESTA PD
5-3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
5-4 ESTIMACIÓN DE MODELOS

5 MODELOS DE ELECCIÓN DE RUTA

5.1 Presentación

La realización de encuestas de preferencias declaradas (PD) tiene como objetivo la caracterización de la demanda por transporte en la región, considerando experimentos específicos y adecuados al contexto en que se desarrollan actualmente los viajes. Como resultado de esta tarea se busca encontrar valores del tiempo (VT) significativos para vehículos livianos y vehículos de carga, los que podrán ser utilizados en modelos de redes de transporte.

La incorporación del VT en un modelo de asignación permite representar de manera realista cómo los usuarios evalúan el balance entre tiempo de viaje y costos monetarios, considerando sus características sociodemográficas y de viaje. Esto asegura que las decisiones de los usuarios ante la presencia de una tarifa sean reflejadas con una penalización equivalente en tiempo de viaje. En otras palabras, el costo monetario de utilizar un arco tarificado puede ser transformado en una penalización en unidades de tiempo, lo que facilita la comparación directa entre alternativas con y sin tarifa.

Siguiendo este objetivo, se propuso en este caso enfocar las encuestas PD en un escenario de elección de rutas, el que se presenta a continuación:

1. Escenario: Determinar la valoración de una ruta en calzada simple respecto de una calzada doble. Este caso se aplicará a usuarios que frecuentan vías pavimentadas. De acuerdo al tiempo de viaje experimentado por el usuario se presentará el diseño 1 (35-59 min) o el diseño 2 (60 a 90 min).

De esta forma se va a explorar la elección de rutas concesionadas y modelar el efecto de ampliaciones de capacidad en proyectos estratégicos a analizar durante el estudio. Esto en los casos en que el proyecto considere aumento de capacidad o nueva vialidad en estándar de autopista.

5.2 Puntos de encuesta

En algunos de los puntos de encuesta origen destino, aprovechando la detención de los vehículos por la presencia de funcionarios policiales, se propuso desarrollar simultáneamente encuestas de preferencias declaradas (PD) con el fin de determinar preferencias de los usuarios. Las encuestas de PD se deben efectuar a conductores de vehículos livianos y choferes de camiones que sean dueños de los mismos, ya que interesa testear al tomador de decisiones. Para este último efecto, se consideró una consulta previa, asociada a determinar si quien conduce es el dueño del camión, en caso afirmativo se aplica la encuesta de PD y en

caso contrario se procede a levantar una encuesta origen destino de transporte de carga. Sin embargo, debido a la dificultad de detener camiones en ruta se ha aplicado el formulario a cada vehículo de carga detenido y posteriormente tratar el efecto de tener estas respuestas o descartarlas en su defecto.

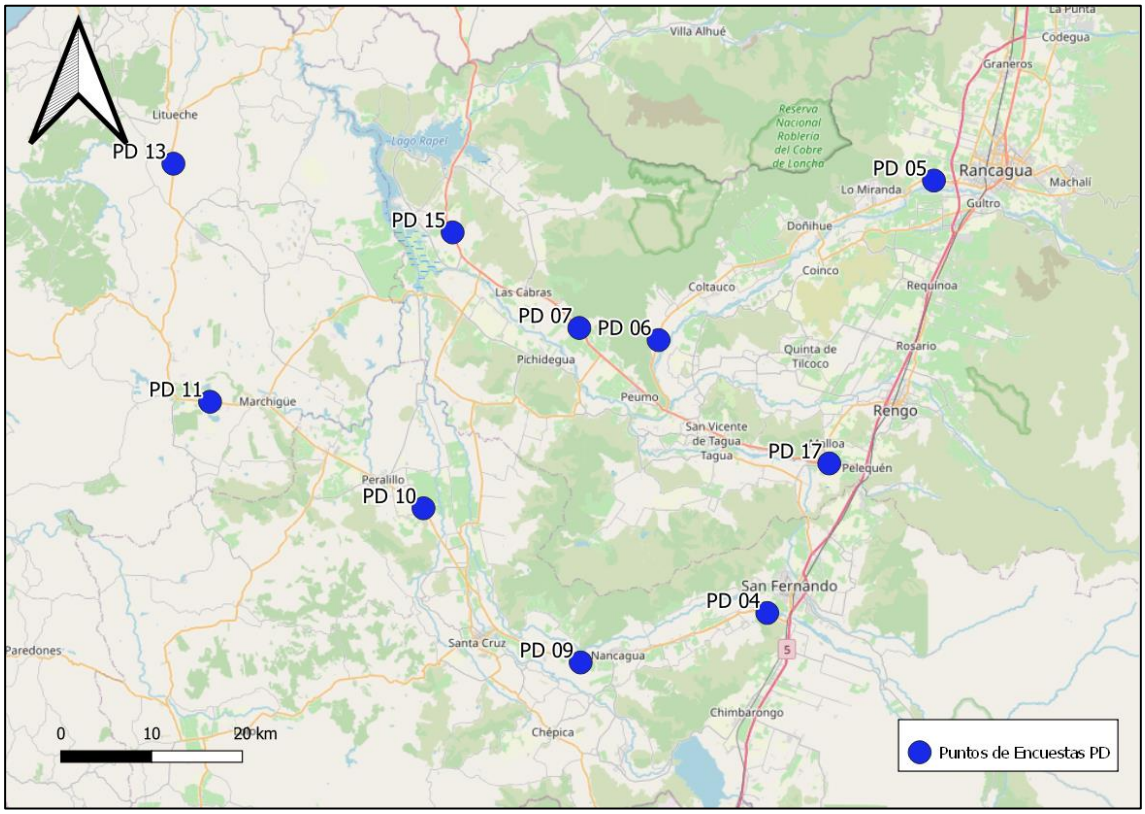
CUADRO 5.2-1: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE ENCUESTAS PD

Punto de Control	Ubicación	Fecha
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca	12-11-2024
5	Ruta H-30 sector parque Safari	12-11-2024
6	Ruta H-30 sector Idahue	13-11-2024
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa	14-11-2024
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio	13-11-2024
10	Ruta 90 Al Sur de Peralillo	14-11-2024
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue	20-11-2024
13	Ruta I-80-G Al Sur de Litueche	21-11-2024
15	Ruta 66 sector El Tabón	19-11-2024
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa	19-11-2024

Fuente: Elaboración propia. *Por realizar, fecha tentativa

Estos diez puntos se ubican en rutas que presentan calzada simple, por lo que tiene sentido que a estos individuos se les aplique un experimento de preferencias declaradas presentándoles una opción de calzada simple y una opción mejorada con calzada doble.

FIGURA 5.2-1: LOCALIZACIÓN PUNTOS DE ENCUESTA DE PREFERENCIAS DECLARADAS



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, cabe mencionar que la estrategia de muestreo corresponde al muestreo aleatorio simple (MAS), en donde todos los individuos del mercado objetivo tienen la misma probabilidad de ser encuestados. Esto ocurre tanto para los usuarios de transporte privado como para el transporte de carga.

5.3 Diseño del formulario

El formulario diseñado consta de cuatro secciones que se describen a continuación.

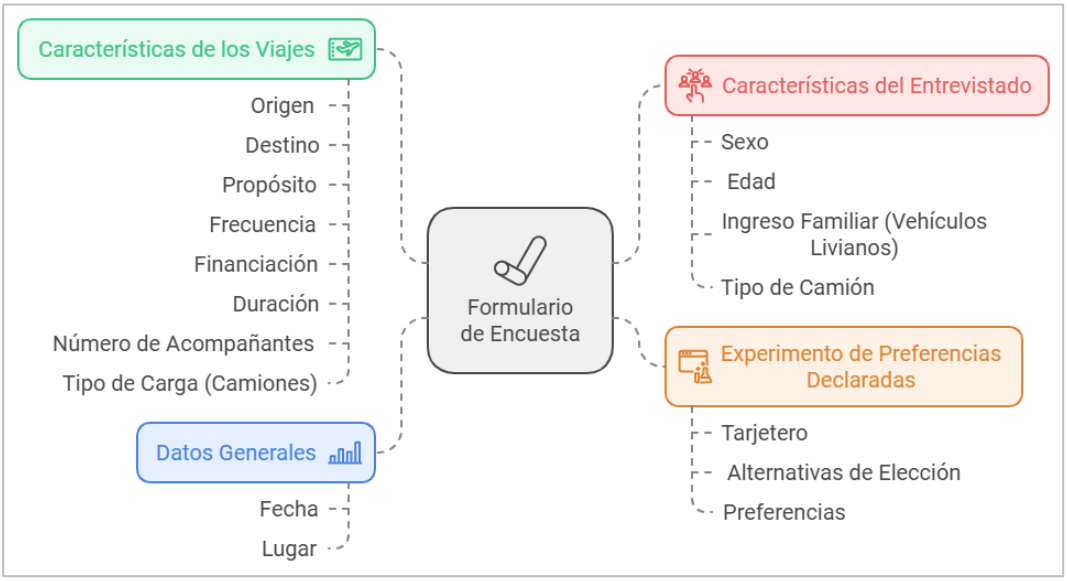
Datos generales: se recopila información sobre la fecha y lugar de desarrollo de la encuesta.

Características de los viajes: se pregunta sobre las características del viaje que está realizando al momento de ser encuestado, incluyendo origen, destino, propósito, frecuencia, financiación, duración y número de acompañantes. Para los camiones, se consulta además sobre el tipo de carga transportada.

Experimento de preferencias declaradas: en esta sección se realiza el experimento que permite calcular los VT. Para esto, se le entrega al encuestado un tarjetero conteniendo alternativas de elección y se consulta por la preferencia por ellas.

Características del entrevistado: finalmente se realiza una caracterización sociodemográfica del entrevistado que incluye, sexo, edad e ingreso familiar en el caso de los vehículos livianos, y sexo, edad y tipo de camión para el caso de las encuestas a camiones.

FIGURA 5.3-1: ESQUEMA DEL FORMULARIO ENCUESTA DE PREFERENCIAS DECLARADAS



Fuente: Elaboración propia.

Los formularios diseñados tienen una duración de entre 5 y 10 minutos, y se presentan en los anexos digitales.

5.4 Diseño Experimental

El experimento de PD se define con el objetivo de determinar el valor del tiempo de los usuarios, para el escenario planteado, y la percepción respecto de estándares de camino para aquellos pavimentados de calzada simple y calzada doble. De este modo, se definió un experimento de calzada simple/calzada doble.

Debido a que el experimento es efectuado interceptando a viajeros en el camino y dada la dificultad de conexión que podría tener un formulario digital, las encuestas se tomaron mediante un formulario tradicional en papel. Esto limita los pivotes de los atributos sobre las personas (realismo), sin embargo, si el diseño presentado presenta niveles similares a los del viaje efectuado es posible mitigar el efecto descrito.

5.4.1 Consideraciones Generales

La generación de diseños eficientes para encuestas de preferencias declaradas desempeña un papel crucial en la recopilación de datos valiosos y confiables en estudios de toma de decisiones. Ngene, una herramienta especializada en el área, se destaca por sus cualidades que optimizan el proceso de diseño de encuestas. A través de algoritmos avanzados, Ngene

maximiza la información recopilada a partir de un número limitado de respuestas, garantizando resultados generalmente precisos y representativos. Su capacidad para equilibrar de manera estratégica la selección de atributos y niveles, junto con la consideración de la eficiencia estadística, da como resultado encuestas diseñadas de manera óptima. Al aprovechar la flexibilidad y personalización de Ngene, es posible adaptar los diseños a contextos específicos y objetivos de estudio, aumentando la aplicabilidad y pertinencia de los resultados obtenidos.

Dadas las cualidades presentadas por este programa, los diseños de los tres experimentos se generan utilizando el software Ngene. Los diseños del experimento consideran un total de tres atributos, cinco niveles para cada uno (con excepción de las condiciones del camino). Los atributos definidos corresponden a los presentados en el siguiente cuadro:

CUADRO 5.4-1: ATRIBUTOS Y NIVELES POR EXPERIMENTO

Experimento	Atributos	Niveles
Exp1	Tiempo de Viaje	5
	Costo	5
	2pistas/1pista	1

Fuente: Elaboración propia.

La generación de diseños experimentales requiere de valores supuestos para los parámetros a estimar, los llamados "betas a priori". Estos son necesarios para que los algoritmos de Ngene funcionen correctamente, donde se maximiza la función de información obtenida a partir de la confrontación de escenarios. Es necesario no solo conocer el signo esperado de cada atributo, sino también la relación que estos tienen relativos unos de otros.

Para no predecir valores a priori únicos se utilizan variables aleatorias con distribución normal. Esto dado que asumir un único valor como verdadero es un supuesto muy fuerte para el diseño, mientras que utilizar parámetros con distribuciones aleatorias permite cubrir un mayor rango de escenarios, obteniendo un diseño más flexible. De esta forma, se utilizan valores a priori con distribución normal con media igual al beta a priori definido y la desviación estándar con la mitad del valor del beta a priori correspondiente. Cabe mencionar que este procedo es iterativo, y se busca con ello maximizar la esperanza de la información recolectada con el diseño.

Para definir los betas a priori se utilizan valores del tiempo de otros estudios desarrollados por el consultor. Se presentan a continuación los valores del tiempo de referencia considerados para definir los betas a priori del estudio presente:

CUADRO 5.4-2: VT REFERENCIAL – TRANSPORTE PRIVADO

Estudio	Año Estudio	Categoría	Rango de Ingreso	VT ($/min)*
Chillán - Collipulli	2020	Ingreso bajo	Menor a $800.000	74,1
		Ingreso alto	Mayor o igual a $800.000	131,0
Temuco - Río Bueno	2020	Ingreso bajo	Menor a $800.000	62,6
		Ingreso alto	Mayor o igual a $800.000	121,6

Fuente: Estudio Integral Concesión Ruta 5: Tramo Chillán –Collipulli y Tramo Temuco - Río Bueno. *Valores en moneda 2020

CUADRO 5.4-3: VT REFERENCIAL – TRANSPORTE DE CARGA

Estudio	Año de los VT	VT Camión simple ($/min)	Camión pesado ($/min)
Chillán - Collipulli	2020	144,2	199,6
Temuco - Río Bueno	2020	165,4	111,8

Fuente: Estudio Integral Concesión Ruta 5: Tramo Chillán –Collipulli y Tramo Temuco - Río Bueno. *Valores en moneda 2020

Los valores del tiempo de referencia a utilizar en el diseño de transporte privado corresponden a 167.5 [$/min], similar al caso de Chillán – Collipulli para ingreso alto. En el caso del transporte de carga se utiliza el valor de 210 [$/min], similar al caso de Chillán – Collipulli para camiones pesados.

La relación entre el parámetro asociado al tiempo y a la variabilidad se obtiene del estudio "Valor social del tiempo de viaje en el contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa 2, MDSF (2023)". De esta forma los valores a priori para la generación de los experimentos se presentan a continuación.

CUADRO 5.4-4: PARÁMETROS A PRIORI - DISEÑO PD

Betas	Transporte Privado	Transporte de Carga	Experimento
Tiempo de viaje	-0.07900	-0.07900	Todos
Costo	-0.00047	-0.00038	Todos
Calzada Doble	0.66000	0.66000	Todos

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe destacar que la forma funcional planteada corresponde a una función lineal de la utilidad con los parámetros antes descritos. La función utilidad para un determinado individuo y de forma simplificada es de la siguiente forma:

$$U = \sum \beta_i \cdot X_i$$

En los anexos digitales se adjuntan los archivos utilizados para la elaboración de los diseños experimentales.

5.4.2 Experimento Calzada Doble / Calzada Simple

El experimento 1 corresponde al que contrapone una alternativa por una ruta que considera una autopista concesionada de doble calzada (2 pistas por sentido) en comparación a una vía de calzada simple sin cobro (1 por sentido). En este experimento se consideraron dos tipos de viaje, el primero de estos de entre 30-60 kilómetros de distancia y el segundo correspondiente a entre 60-120 kilómetros aproximadamente.

Para la elección de los niveles de los atributos utilizados se tuvieron en consideración los siguientes puntos:

- **Tiempo de viaje**: Se consideró una velocidad de 75 km/h para recorrer los 60 km límite el primer escenario de diseño. Con esto se obtuvo que esto toma alrededor de 50 minutos. Para el escenario de 60-120 km consideró utilizar un tiempo de diseño de 84 minutos, dado que este es el tiempo que se requiere para transitar 100 kilómetros. Los tiempos de referencia para la calzada simple corresponden a 50 y 84 minutos respectivamente.
- **Costo**: La alternativa de calzada simple no presenta costo, mientras que a la alternativa de calzada doble se le asigna un costo similar al de un peaje troncal.

Para los diseños se estableció como restricción que el costo de "doble calzada" siempre debe ser mayor o igual a "calzada simple" (fijo en 0) y también que el tiempo de "calzada doble" debe ser menor o igual a "calzada simple". Los diseños experimentales obtenidos con los supuestos mencionados en este capítulo se presentan en el siguiente cuadro:

Para cada experimento se consideraron 8 escenarios de elección.

CUADRO 5.4-5: DISEÑO EXPERIMENTAL TRANSPORTE PRIVADO – EXPERIMENTO 1 TIEMPO 30-59 MIN

Escenario de Elección	Doble Calzada		Calzada Simple	
	Tiempo	Costo	Tiempo	Costo
1	55	2800	60	0
2	40	2800	55	0
3	40	2800	60	0
4	45	2800	50	0
5	50	1200	55	0
6	40	1200	60	0
7	40	1200	45	0
8	40	1500	60	0

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 5.4-6: DISEÑO EXPERIMENTAL TRANSPORTE DE CARGA – EXPERIMENTO 2-1

Escenario de Elección	Doble Calzada		Calzada Simple	
	Tiempo	Costo	Tiempo	Costo
1	75	2800	105	0
2	85	1200	95	0
3	95	2800	105	0
4	65	2800	105	0
5	65	1200	75	0
6	65	1200	95	0
7	65	2800	95	0
8	65	2800	75	0

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso del transporte de carga se tienen los siguientes diseños.

CUADRO 5.4-7: DISEÑO EXPERIMENTAL TRANSPORTE PRIVADO – EXPERIMENTO 1 TIEMPO 30-59 MIN

Escenario de Elección	Doble Calzada		Calzada Simple	
	Tiempo	Costo	Tiempo	Costo
1	50	4800	55	0
2	45	11200	50	0
3	40	4800	45	0
4	40	6400	60	0
5	55	4800	60	0
6	55	11200	60	0
7	45	4800	50	0
8	40	4800	60	0

Fuente: Elaboración Propia.

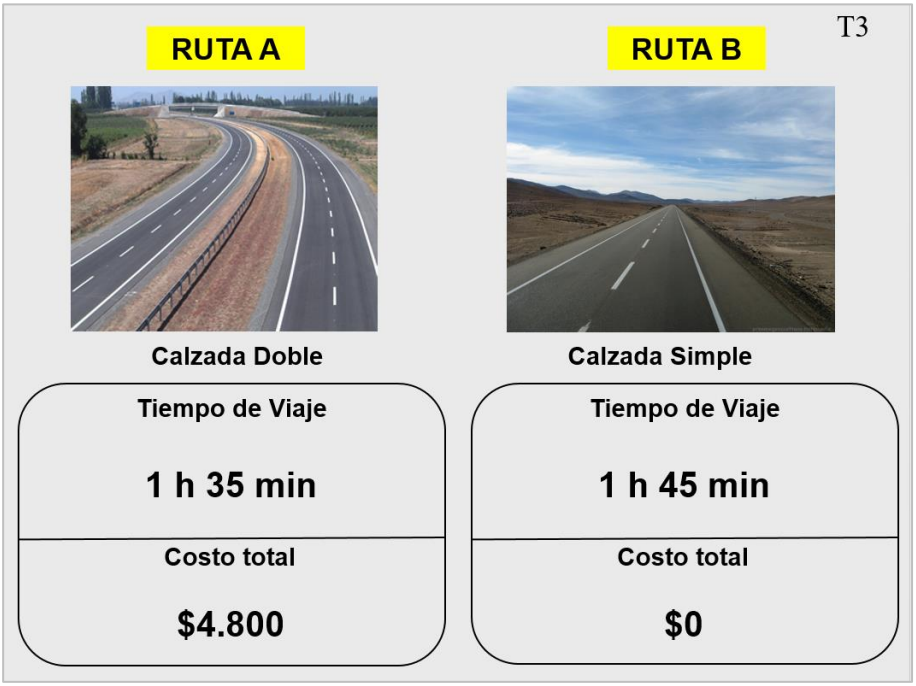
CUADRO 5.4-8: DISEÑO EXPERIMENTAL TRANSPORTE DE CARGA – EXPERIMENTO 2-1

Escenario de Elección	Doble Calzada		Calzada Simple	
	Tiempo	Costo	Tiempo	Costo
1	65	4800	105	0
2	65	11200	75	0
3	95	4800	105	0
4	65	4800	75	0
5	75	4800	85	0
6	95	11200	105	0
7	85	11200	95	0
8	65	6400	105	0

Fuente: Elaboración Propia.

Con este se construyen los tarjeteros a presentar a los usuarios. La siguiente figura presenta uno de los tarjeteros utilizados para el experimento 1 de transporte de carga.

FIGURA 5.4-1: EJEMPLO DE TARJETERO – EXPERIMENTO CALZADA SIMPLE / CALZADA DOBLE



Fuente: Elaboración Propia.

Cabe mencionar que las alternativas se presentaron al azar en un determinado número de experimentos para disminuir el riesgo de que una persona elija sin estar atento a la alternativa preferida, asumiendo que siempre estará ubicada a la derecha o izquierda de la imagen.

Es importante señalar además que el diseño del experimento está orientado al tomador de decisiones, de tal forma que en el caso de los vehículos pesados se incluye una consulta para seleccionar, referida a si el entrevistado era o no el dueño del vehículo.

5.5 Levantamiento de Encuestas

5.5.1 Descripción de la muestra de vehículos livianos

A continuación, se presenta información básica que permite caracterizar a la muestra de conductores de vehículos livianos. Esto se realiza en principio con la muestra total obtenida en el levantamiento de las encuestas explorando las características de los individuos y de sus viajes realizados.

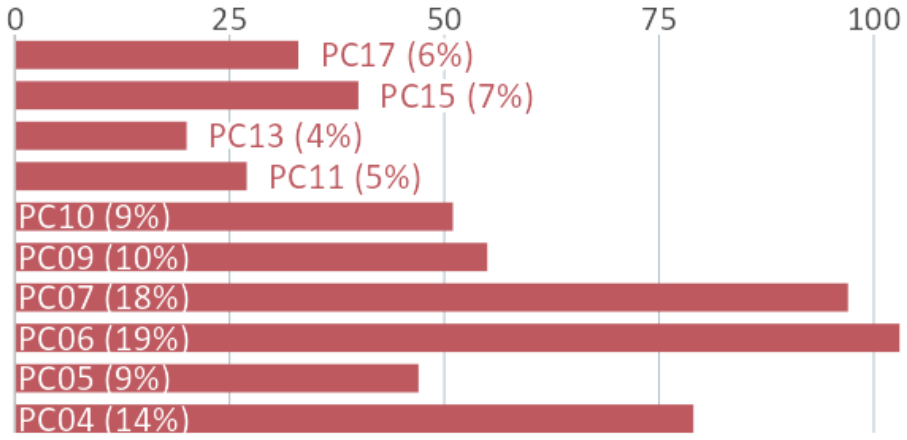
El tamaño muestral para vehículos livianos es de **552 encuestas** y la distribución de estas de acuerdo al punto de control se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO 5.5-1: MUESTRA ALCANZADA – PD VEHÍCULOS LIVIANOS

Punto de Control	Ubicación	Encuestas
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca	47
5	Ruta H-30 sector parque Safari	79
6	Ruta H-30 sector Idahue	103
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa	97
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio	55
10	Ruta 90 Al Sur de Peralillo	51
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue	40
13	Ruta I-80-G Al Sur de Litueche	27
15	Ruta 66 sector El Tabón	20
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa	33
Total		**552**

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 5.5-1: MUESTRA ALCANZADA – PD VEHÍCULOS LIVIANOS

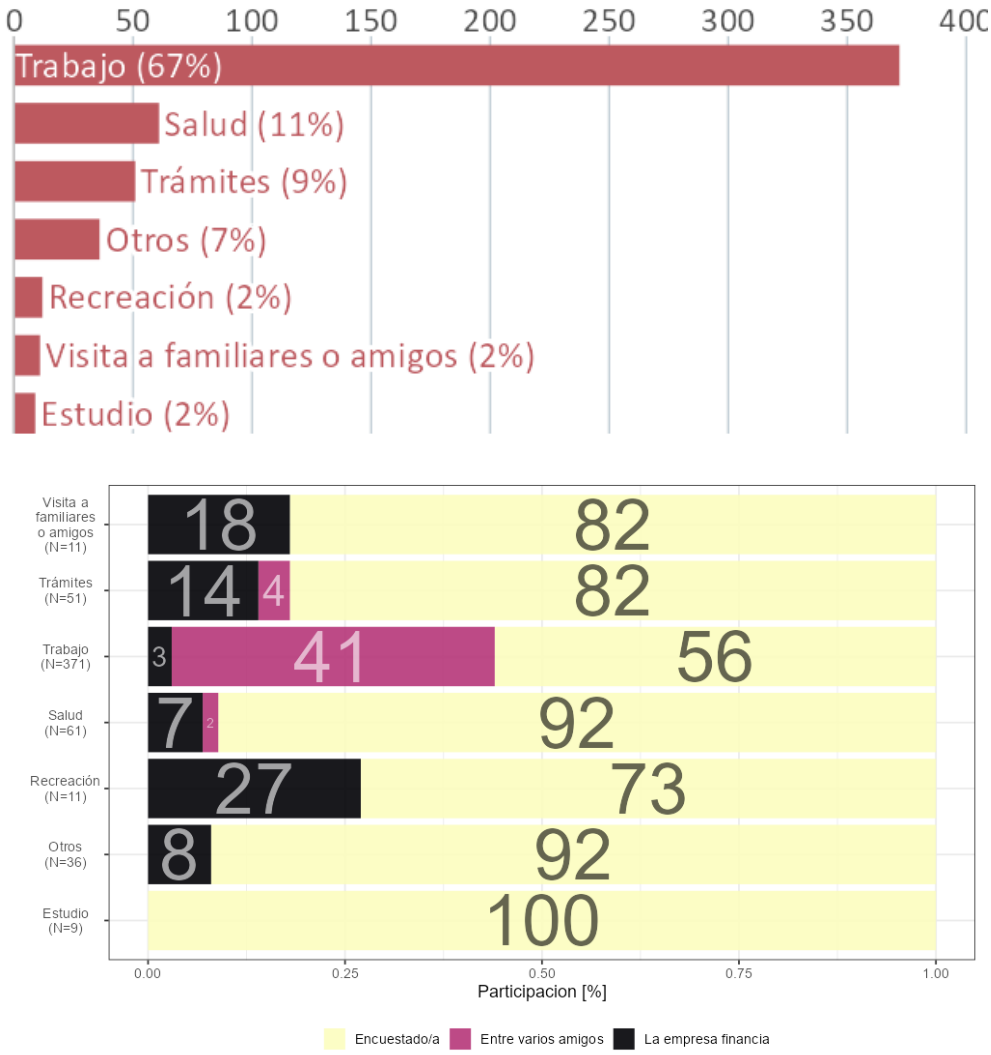


Fuente: Elaboración Propia.

El propósito de viaje más relevante trabajo, alcanzando a un 67% de la población encuestada. Le siguen en importancia los viajes con propósito salud y trámites con un 11% y 9% respectivamente. El propósito estudio cuenta con la menor muestra dentro de los propósitos.

En cuanto al análisis cruzado entre quien paga se ha encontrado una correlación débil la cual se presenta en la figura posterior. Se observa que los viajes donde se paga "entre varios / amigos" ocurren principalmente para viajes con propósito trabajo La siguiente figura presenta la muestra según propósito.

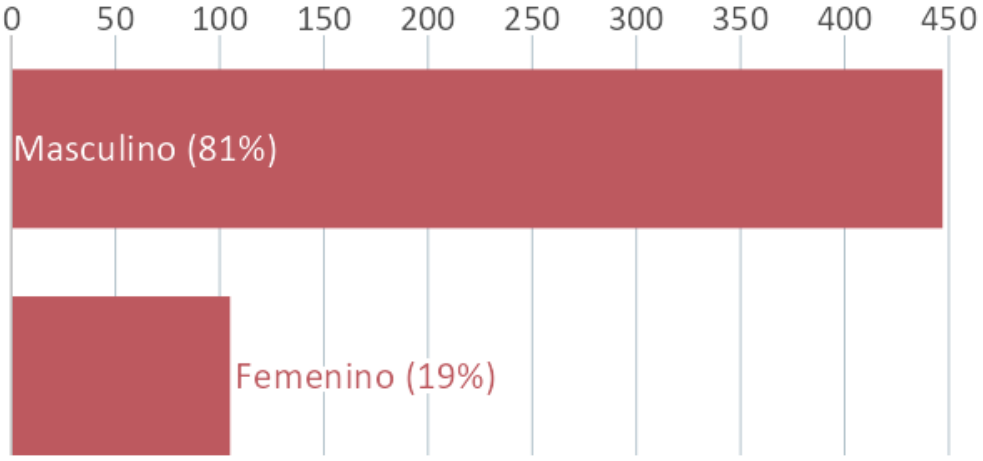
FIGURA 5.5-2: MUESTRA VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN PROPÓSITO Y QUIEN PAGA EL VIAJE



Fuente: Elaboración Propia.

La participación del género masculino es predominante en la encuesta. Se observa que un 81% de los encuestados se declara de género masculino y un 19% de respuestas corresponde a género femenino.

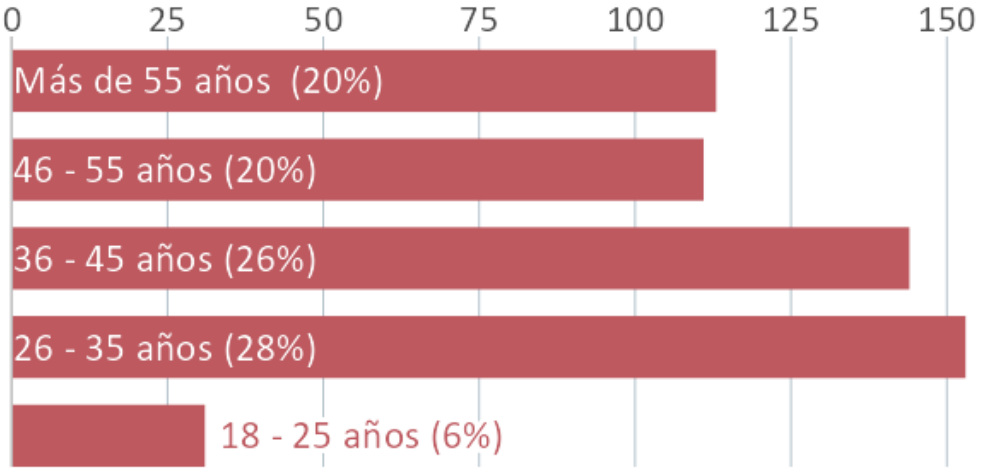
FIGURA 5.5-3: MUESTRA VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN GÉNERO Y EXPERIMENTO



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al rango etario de los individuos, se tiene que un 40% de la muestra corresponde a individuos de más de 45 años. El restante 60% corresponde a personas de 45 años o menos. La siguiente figura presenta la distribución para los rangos etarios utilizados en el formulario.

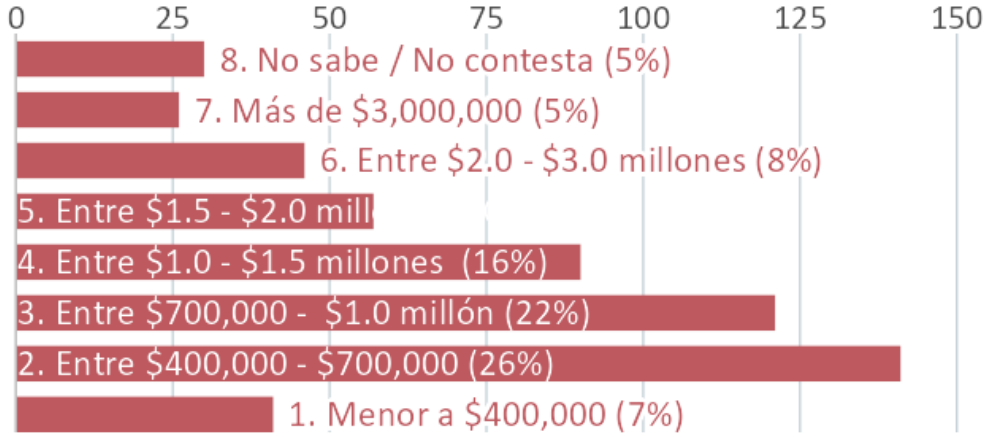
FIGURA 5.5-4: MUESTRA VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN RANGO ETARIO



Fuente: Elaboración Propia.

La distribución de ingresos se concentra principalmente en los ingresos de estratos bajos, donde se tiene que un 55% de la muestra se posiciona en los tres niveles más bajos de ingreso (entre 0 a $1.000.000). Se tiene un 5% de muestra que no sabe o prefiere no responder su nivel de ingreso familiar.

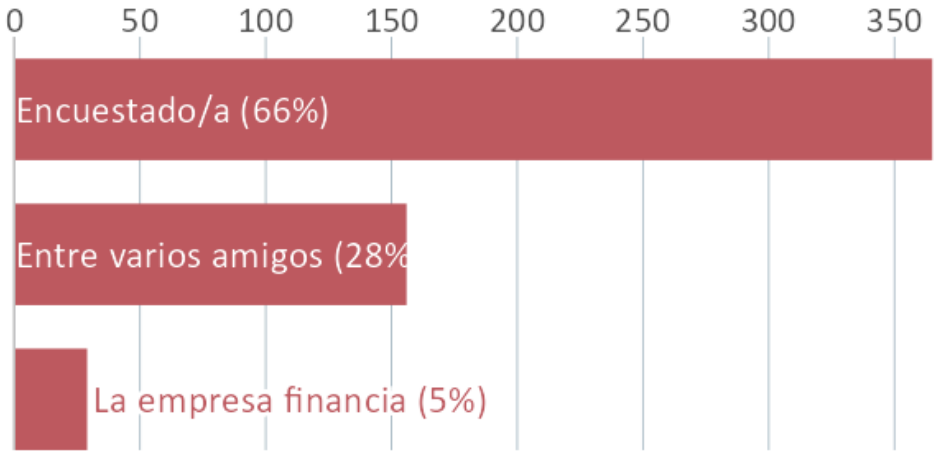
FIGURA 5.5-5: MUESTRA VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN INGRESO FAMILIAR



Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al pago del viaje, se ha encontrado que el viaje es pagado principalmente por el conductor encuestado del vehículo con un 66% de la muestra levantada. Luego le sigue la opción entre varios amigos con 28% y finalmente la empresa con 5%.

FIGURA 5.5-6: MUESTRA VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN QUIÉN PAGA



Fuente: Elaboración Propia.

5.5.2 Descripción de la muestra de vehículos pesados

A continuación, se presenta información básica que permite caracterizar a la muestra de conductores de vehículos livianos. Esto se realiza en principio con la muestra total obtenida en el levantamiento de las encuestas explorando las características de los individuos, los camiones y de sus viajes realizados.

El total muestral para vehículos pesados corresponde a **201 encuestas** y la distribución de acuerdo al punto de control se presenta en el siguiente cuadro:

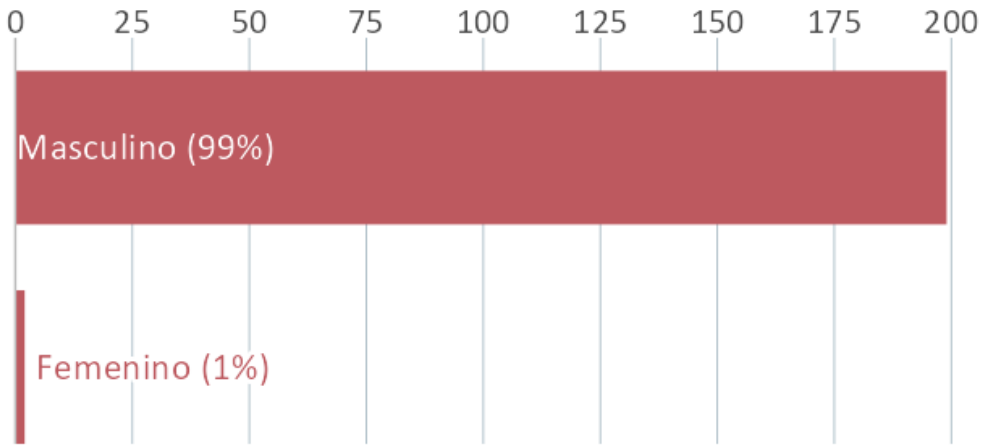
CUADRO 5.5-2: MUESTRA ALCANZADA – PD VEHÍCULOS PESADOS

Punto de Control	Ubicación	Encuestas
4	Ruta 90 sector Subestación eléctrica Tinguiririca	43
5	Ruta H-30 sector parque Safari	20
6	Ruta H-30 sector Idahue	34
7	Ruta 66 sector Viña La Rosa	31
9	Ruta 90 entre Nancagua y San Gregorio	23
10	Ruta 90 Al Sur de Peralillo	18
11	Ruta 90 entre Alcones y Marchigue	8
13	Ruta I-80-G Al Sur de Litueche	3
15	Ruta 66 sector El Tabón	8
17	Ruta 66 Sector La Capilla Malloa	13
Total		**201**

Fuente: Elaboración Propia.

La muestra corresponde casi en su totalidad de género masculino, donde este género representa un 99% de la muestra. Esto se puede observar en la siguiente figura:

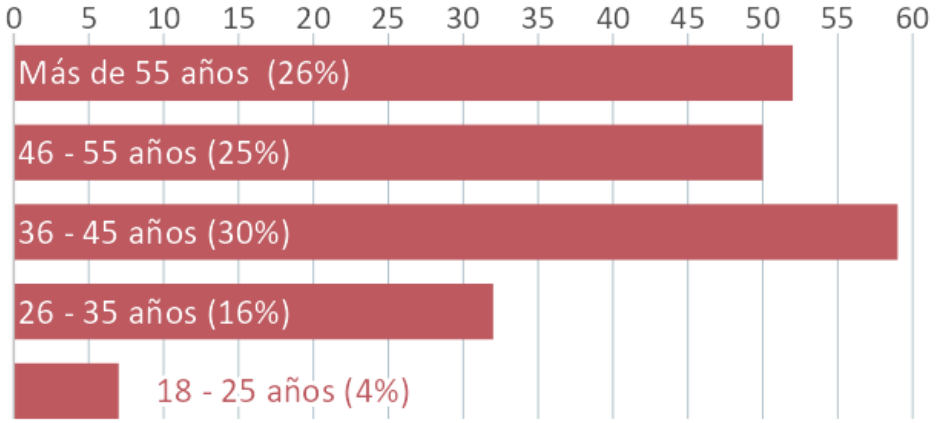
FIGURA 5.5-7: MUESTRA VEHÍCULOS PESADOS SEGÚN GÉNERO



Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al rango etario de los encuestados, se tiene que el 51% presenta edad superior a 45 años, mientras que el restante 49% presenta edades menores o iguales a 45 años. A continuación, se presenta la distribución de los rangos etarios encontrados.

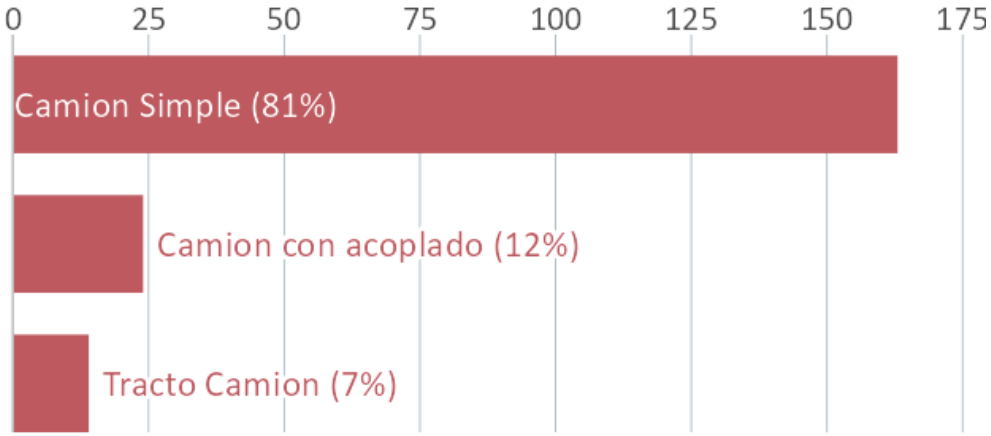
FIGURA 5.5-8: MUESTRA VEHÍCULOS PESADOS SEGÚN RANGO ETARIO



Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente figura presenta la distribución por tipo de camión en la muestra de PD. La mayor participación corresponde a los camiones simples, lo que es resultado de orientar la muestra a conductores propietarios del camión y a que son los que más transitan por las rutas encuestadas.

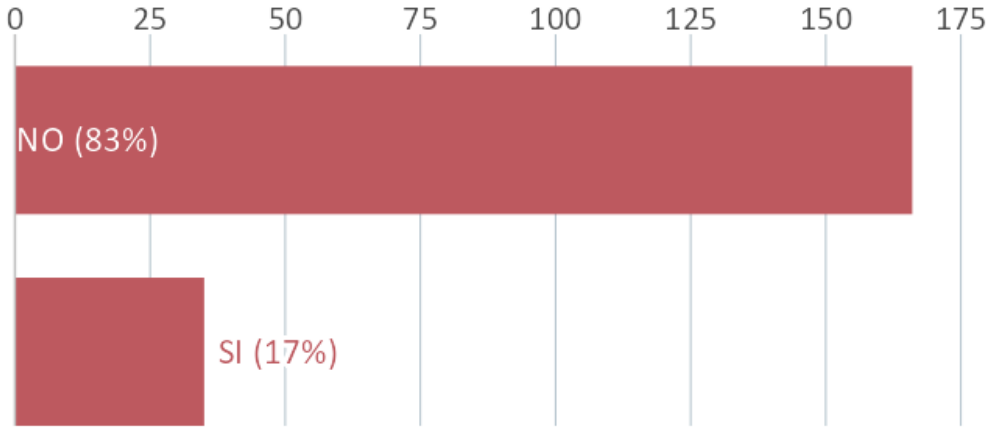
FIGURA 5.5-9: MUESTRA VEHÍCULOS PESADOS SEGÚN TIPO DE CAMIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

Otro factor interesante levantado en la encuesta es si los conductores presentan/conocen una ruta alternativa. En este ámbito se ha encontrado que un **17% de los encuestados sí tiene una ruta alternativa** para su viaje.

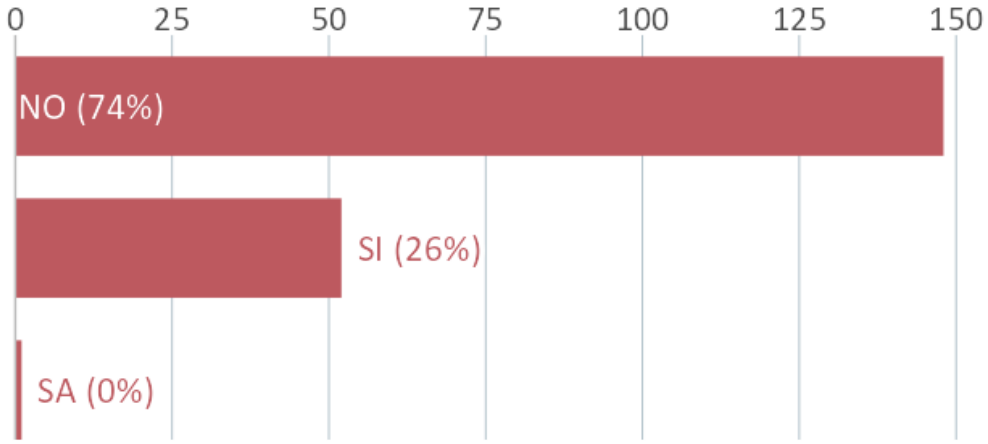
FIGURA 5.5-10: MUESTRA VEHÍCULOS PESADOS SEGÚN SI CONDUCTOR TIENE RUTA ALTERNATIVA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En cuanto a si el encuestado es propietario/a del camión se ha encontrado que principalmente no son dueños de los vehículos que manejan, con un 74% de la muestra. Es decir, casi tres cuartos no son dueños del camión. Por otro lado, aproximadamente un cuarto de la muestra declara ser dueño/a del camión manejado.

FIGURA 5.5-11: MUESTRA VEHÍCULOS PESADOS SEGÚN SI CONDUCTOR ES PROPIETARIO/A DEL CAMIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

Cabe señalar que se había diseñado originalmente el experimento exclusivamente a dueños de camión, pero dadas las dificultades de encuestar camiones y las bajas muestras iniciales, se optó por levantar la restricción para lograr una mayor participación.

5.6 Estimación de Modelos

En un estudio de la movilidad, la estimación de modelos de partición modal es fundamental para comprender los factores que influencian la elección de los modos de transporte entre los individuos. Estos modelos permiten descomponer las preferencias individuales considerando tanto los atributos observables de las alternativas –como tiempos de viaje, costos, y accesibilidad– como características no observadas que reflejan variabilidad en las elecciones, producto de factores socioeconómicos, percepciones y contextos específicos.

En este caso, se utiliza un modelo ***logit mixto*** para analizar la elección de ruta en un contexto interurbano donde se ofrece un camino de mejor estándar que el actual, pasando de calzada simple a calzada doble. Este enfoque es particularmente adecuado para capturar la ***heterogeneidad no observada*** en las preferencias individuales, introduciendo aleatoriedad en las constantes de cada ruta. Así, es posible reflejar cómo factores específicos del usuario pueden influir en la predisposición a optar por rutas particulares, como la calzada simple o calzada doble, más allá de las características cuantificables de cada alternativa.

La estimación se llevó a cabo mediante simulación con draws de Halton y técnicas avanzadas de optimización, logrando un ajuste robusto que ofrece un marco confiable para interpretar los efectos de diferentes condiciones de transporte en la elección modal de los usuarios.

A continuación, se presentan los resultados detallados para los modelos de elección de ruta para vehículos livianos y vehículos pesados (transporte de carga), incluyendo la significancia de los parámetros asociados a tiempos y costos, así como los efectos específicos de diseño y características propias de los individuos.

5.6.1 Modelo Vehículos Livianos

La estimación de modelos se realizó considerando los diseños según tiempo de viaje en conjunto, combinando ambos diseños. Se probaron diversas especificaciones de la función de utilidad indirecta, no obstante y en consideración a los objetivos del estudio se privilegió que permitieran estimar valores del tiempo con diferenciación según ingreso/propósito dentro de lo posible.

- Las funciones de utilidad para un individuo "i" es una función lineal en sus atributos. Para cada alternativa se presentan a continuación:

$$U_{i,CD} = \$_{CD} \cdot \beta^*_{\$} + tv_{CD} \cdot \beta^*_{tv} + (C_{CD} + \sigma_{panel} \cdot draws_{i,CD})$$
$$U_{i,CS} = \$_{CS} \cdot \beta^*_{\$} + tv_{CS} \cdot \beta^*_{tv} + (C_{CS} + \sigma_{panel} \cdot draws_{i,CS})$$

Donde:

$U_{i,m}$: Función de utilidad de la alternativa "m" para el individuo "i".

β_x: Parámetro del modelo logit asociado al atributo "x".
$\$_m$: Costo total del viaje para la alternativa "m" [$].
tv_m: Tiempo de viaje para la alternativa "m" [min].
C_m: Valor fijo de la constante de la alternativa "m".
$draws_{ij}$: Representa el valor de los draws de Halton para el individuo i y alternativa j, que introduce la aleatoriedad en la constante.

- Los parámetros del costo y tiempo de viaje consideran efectos socio-demográficos. Esto es, se incorporan interacciones con variables de ingreso familiar, frecuencia de viaje y propósito. Las interacciones consideradas para dichos parámetros se presentan a continuación:

$$\beta^*_{\$} = \beta_{\$} + \beta_{li_{\$}} \cdot I_{bajo} + \beta_{mi_{\$}} \cdot I_{medio} + \beta_{hi_{\$}} \cdot I_{alto} + \beta_{lf_{\$}} \cdot Freq_{baja} + \beta_{hf_{\$}} \cdot Freq_{alta}$$

$$\beta^*_{tv} = \beta_{tv} + \beta_{work_{tv}} \cdot Prop_{work} + \beta_{other_{tv}} \cdot Prop_{other}$$

Donde:
I_{bajo}: Ingreso familiar menor a $1.000.000
I_{medio}: Ingreso familiar entre $1.000.000 y $2.000.000
I_{alto}: Ingreso familiar superior a $2.000.000
$Freq_{baja}$: Frecuencia de viaje menor o igual a 13 veces por mes
$Freq_{alta}$: Frecuencia de viaje superior a 13 veces por mes
$Prop_{work}$: Propósito de viaje al trabajo o por trabajo.
$Prop_{other}$: Propósito de viaje no asociado al trabajo.

- Las constantes fijadas corresponden a: constante alternativa calzada simple, parámetro de ingreso bajo asociado al costo, parámetro de baja frecuencia asociado al costo, parámetro de propósito "no trabajo" en el tiempo de viaje.

Los parámetros estimados con este modelo se presentan en el siguiente cuadro a continuación.

CUADRO 5.6-1: MODELO VEHÍCULOS LIVIANOS – EXPERIMENTO CS/CD

Variable	Descripción	Parámetro	Error Estándar	t-ratio(0)	Error Estándar Robusto	t-ratio(0) Robusto
β_{cost}	Costo [u/$]	-5.83.E-04	9.96.E-05	-5.86	1.03.E-04	-5.68
β_{tt}	Tpo viaje [u/min]	-5.16.E-02	8.79.E-03	-5.88	9.83.E-03	-5.25
$\beta_{work_{tv}}$	Efecto Prop Trabajo – Tpo. de viaje [u/min]	-1.69.E-02	1.03.E-02	-1.64	1.16.E-02	-1.46
$\beta_{other_{tv}}$	Efecto Prop Otro – Tpo. de viaje [u/min]	0				
$\beta_{li_{\$}}$	Efecto I. Bajo – Costo [u/$]	0				
$\beta_{mi_{\$}}$	Efecto I. Medio – Costo [u/$]	1.28.E-04	1.19.E-04	1.07	1.26.E-04	1.01

Variable	Descripción	Parámetro	Error Estándar	t-ratio(0)	Error Estándar Robusto	t-ratio(0) Robusto
$\beta_{hi_\$}$	Efecto I. Alto – Costo [u/$]	2.91.E-04	1.55.E-04	1.88	1.67.E-04	1.75
$\beta_{hf_\$}$	Efecto Alta Frecuencia – Costo [u/$]	-2.34.E-05	1.05.E-04	-0.22	1.13.E-04	-0.21
$\beta_{lf_\$}$	Efecto Baja Frecuencia – Costo [u/$]	0				
C_{CD}	Media Cte. Calzada Doble [u]	1.32.E+00	2.43.E-01	5.42	2.50.E-01	5.27
C_{CS}	Media cte. Calzada Simple [u]	0				
σ_{panel}	Desv estándar cte. modales [u]	2.63.E+00	1.56.E-01	16.82	1.66.E-01	15.83
	Observaciones					4,176
	Individuos					522
	LL(inicial)					-2,895
	LL(final)					-1,783
	ρ^2 vs eq shares					38.4%
	Adj. ρ^2 vs eq. shares					38.1%
	ρ^2 vs obs shares					36.0%
	Adj. ρ^2 vs obs. shares					35.7%

Fuente: Elaboración Propia.

El modelo de elección modal estimado para vehículos livianos presenta un ajuste robusto (36-38%) y resultados estadísticamente significativos para varios de los parámetros clave. A continuación, se describen los hallazgos principales, destacando su significancia y las implicancias para el cálculo de los valores del tiempo (VT)

- Los parámetros principales, costo y tiempo, son altamente significativos y negativos. Ambos presentan t-ratio robusto (sobre 0) con magnitud superior a 5.00. Dado esto, ambos son significativos al 95% de confianza (requerido 1.96). Por muy trivial que sea la deducción, los resultados sugieren que aumentar el tiempo o el costo reduce la utilidad percibida de la ruta.
- Se observa efecto del propósito trabajo en el tiempo de viaje. Este sugiere que los viajes con propósito trabajo tienen una penalización adicional por tiempo de viaje. Su t-ratio robusto es de -1.46, con lo que es marginalmente significativo.
- Se evidencia que existe un efecto del ingreso sobre el costo. En particular para el nivel de ingreso alto se observa significancia en el parámetro con un t-ratio de 1.75, lo que sugiere que las personas de mayores ingresos son menos sensibles a variaciones en el costo. En el caso del nivel de ingreso medio se observa un t-ratio de 1.00, lo que sugiere que estos son menos sensibles al costo que el ingreso bajo, sin embargo, la significancia es menor que lo encontrado para ingreso alto.
- Se ha encontrado que la frecuencia del viaje no tiene efecto en el costo del viaje, esto dado que el parámetro asociado a la frecuencia alta presenta un t-ratio de -0.21 lo que no asegura que dicho parámetro sea diferente de cero con un nivel de confianza razonable.

- Sobre las constantes modales se tiene que en promedio la calzada doble presenta una valoración mayor que la calzada simple, lo cual es razonable dadas las percepciones esperadas de las personas hacia estas opciones.
- Que la desviación estándar sea muy significativa, t-ratio de 15.83, indica la existencia de heterogeneidad no observada considerable en las preferencias individuales, lo que justifica la elección de un modelo mixto para capturar dichas variaciones.

De acuerdo a los resultados expuestos, el modelo presenta un buen ajuste global y significancia en los parámetros relevantes y los efectos analizados con lo que se puede obtener estimaciones del valor del tiempo sólidas y significativas. El modelo estimado se adjunta en el anexo digital.

5.6.2 Modelo Vehículos Pesados

La estimación de modelos se realizó considerando los diseños según tiempo de viaje en conjunto, combinando ambos diseños para viajes entre 30-59 min y 60-90 min. Se probaron diversas especificaciones de la función de utilidad indirecta, no obstante y en consideración a los objetivos del estudio se privilegió que permitieran estimar valores del tiempo con diferenciación según si el chofer es dueño del vehículo y si se encontraba efecto en tener una ruta alternativa a la utilizada.

- Las funciones de utilidad para un individuo "i" es una función lineal en sus atributos. Para cada alternativa se presentan a continuación:

$$U_{i,CD} = \$_{CD} \cdot \beta_{\$}^{*} + tv_{CD} \cdot \beta_{tv} + (C_{CD} + \sigma_{panel} \cdot draws_{i,CD})$$
$$U_{i,CS} = \$_{CS} \cdot \beta_{\$}^{*} + tv_{CS} \cdot \beta_{tv} + (C_{CS} + \sigma_{panel} \cdot draws_{i,CS})$$

Donde:
CD: Alternativa de calzada doble.
CS: Alternativa de calzada simple.
$U_{i,m}$: Función de utilidad de la alternativa "m" para el individuo "i".
β_x: Parámetro del modelo logit asociado al atributo "x".
$\$_m$: Costo total del viaje de la alternativa "m" [$].
tv_m: Tiempo de viaje para la alternativa "m" [min].
C_m: Valor fijo de la constante de la alternativa "m".
$draws_{ij}$: Representa el valor de los draws de Halton para el individuo i y alternativa j, que introduce la aleatoriedad en la constante.

- El parámetro del costo considera características propias del conductor. Esto es, se incorporan interacciones de los parámetros para determinar los efectos de: frecuencia

del viaje, chofer es dueño del camión y efecto de tener rutas alternativas. Las interacciones consideradas para dichos parámetros se presentan a continuación:

$$\beta_{\$}^{*} = \beta_{\$} + \beta_{lf_{\$}} \cdot Freq_{baja} + \beta_{hf_{\$}} \cdot Freq_{alta} + \beta_{owner_{\$}} \cdot \text{Own} + \beta_{Nown_{\$}} \cdot \text{Nown} + \beta_{altr_{\$}} \cdot \text{AltR} + \beta_{OneR_{\$}} \cdot \text{OneR} + \beta_{simple} \cdot \text{Simple} + \beta_{tracto} \cdot \text{Tracto}$$

Donde:

$Freq_{baja}$: Frecuencia de viaje menor o igual a 13 veces por mes

$Freq_{alta}$: Frecuencia de viaje superior a 13 veces por mes

$Prop_{work}$: Propósito de viaje al trabajo o por trabajo.

$Prop_{other}$: Propósito de viaje no asociado al trabajo.

Own: 1 si el individuo es dueño del camión. 0 en caso contrario

Nown: 1 si el individuo **no** es dueño del camión. 0 en caso contrario

AltR: 1 si el individuo i presenta declara tener una ruta alternativa a la utilizada, 0 en caso contrario.

OneR: 1 si el individuo i presenta declara no tener una ruta alternativa a la utilizada, 0 en caso contrario.

Simple: 1 si el camión es del tipo camión simple. 0 en caso contrario

Tracto: 1 si el camión es del tipo tracto camión. 0 en caso contrario

- Las constantes fijadas corresponden a: constante alternativa calzada simple, parámetro de baja frecuencia asociado al costo, parámetro de "no dueño de camión", parámetro de camión simple y parámetro asociado a que el individuo no tiene ruta alternativa disponible.

Los parámetros estimados con este modelo se presentan en el siguiente cuadro a continuación.

CUADRO 5.6-2: MODELO VEHÍCULOS PESADOS – EXPERIMENTO CS/CD

Variable	Descripción	Parámetro	Error Estándar	t-ratio(0)	Error Estándar Robusto	t-ratio(0) Robusto
β_{cost}	Costo [u/$]	-2.19.E-04	6.15.E-05	-3.56	6.72.E-05	-3.26
β_{tt}	Tpo viaje [u/min]	-3.66.E-02	8.30.E-03	-4.41	1.02.E-02	-3.59
$\beta_{hf_{\$}}$	Efecto Alta Frecuencia – Costo [u/$]	4.16.E-05	6.16.E-05	0.68	6.65.E-05	0.63
$\beta_{lf_{\$}}$	Efecto Baja Frecuencia – Costo [u/$]	0				
$\beta_{owner_{\$}}$	Efecto ser dueño de camión – Costo [u/$]	5.74.E-05	5.65.E-05	1.02	5.98.E-05	0.96
$\beta_{Nown_{\$}}$	Efecto no dueño de camión – Costo [u/$]	0				
$\beta_{altr_{\$}}$	Efecto tener ruta alternativa – Costo [u/$]	-1.27.E-04	7.01.E-05	-1.81	6.58.E-05	-1.93

Variable	Descripción	Parámetro	Error Estándar	t-ratio(0)	Error Estándar Robusto	t-ratio(0) Robusto
$\beta_{OneR_{\$}}$	Efecto única ruta– Costo [u/$]	0				
β_{simple}	Efecto camión simple – Costo [u/$]	0				
β_{tracto}	Efecto tracto camión – Costo [u/$]	1.76.E-04	1.14.E-04	1.54	1.28.E-04	1.37
C_{CD}	Media Cte. Calzada Doble [u]	1.58.E+00	4.30.E-01	3.69	4.63.E-01	3.42
C_{CS}	Media cte. Calzada Simple [u]	0				
σ_{panel}	Desv estándar cte. modales [u]	-2.89.E+00	2.86.E-01	-10.13	2.89.E-01	-9.99
	Observaciones					1,608
	Individuos					201
	LL(inicial)					-1,115
	LL(final)					-662
	ρ^2 vs eq shares					40.6%
	Adj. ρ^2 vs eq. shares					39.9%
	ρ^2 vs obs shares					39.8%
	Adj. ρ^2 vs obs. shares					39.1%

Fuente: Elaboración Propia.

El modelo de elección modal estimado para vehículos pesados presenta un ajuste robusto (39-41%) y resultados estadísticamente significativos para varios de los parámetros clave. A continuación, se describen los hallazgos principales, destacando su significancia y las implicancias para el cálculo de los valores del tiempo.

- Los parámetros principales, costo y tiempo, son altamente significativos y negativos. Ambos presentan t-ratio robusto (sobre 0) con magnitud superior a 3.20. Dado esto, ambos son significativos al 95% de confianza (requerido 1.96).
- Los efectos que se encontraron significativos en este modelo corresponden a: Tener **ruta alternativa** sobre el costo. Esto sugiere que quienes tienen una ruta alternativa son más sensibles al costo que aquellos que tienen una única ruta. Esto se debe probablemente a que tienen mayor flexibilidad ante la elección de ruta. Por otro lado, se encontró que aquellos que manejan **tracto camiones** son menos sensibles al costo que quienes manejan camiones simples.
- Un efecto no significativo se encontró en ser dueño del camión, donde el parámetro tiene un valor positivo, mas no es significativamente distinto de cero (t-ratio de 0.84)
- La constante para calzada doble es positiva y significativa, lo que refleja una preferencia base por esta alternativa frente a la calzada simple. La desviación estándar asociada a las constantes modales es significativa (t-ratio robusto de -9.96), lo cual confirma la existencia de heterogeneidad no observada entre los individuos en las preferencias de ruta también presente en las encuestas de vehículos pesados.

El modelo estimado se adjunta en el anexo digital.

5.7 Cálculo del Valor del Tiempo

Los modelos estimados para vehículos livianos y pesados permiten el cálculo directo de los valores subjetivos del tiempo (VT), que se interpretan como la disposición a pagar por reducir marginalmente el tiempo, y también se estimará la disposición al pago incorporando efectos sociodemográficos y características del viaje.

El valor del tiempo se obtiene del modelo ajustado, en particular de los parámetros de la función de utilidad para cada uno de los diseños generados para la PD, calculando:

$$VT = \frac{\frac{\partial U}{\partial tt}}{\frac{\partial U}{\partial cost}} = \frac{\beta_{tt}}{\beta_{cost}}$$

Esto representa un valor medio del valor del tiempo. Para calcular el intervalo de confianza del valor del tiempo se calcula el error estándar para la razón de dos variables como se recomienda en Daly et al. (2012)[1]. Esta se presenta a continuación:

$$var\left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right) = \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\omega_{11}}{\beta_1^2} + \frac{\omega_{22}}{\beta_2^2} - 2 \cdot \frac{\omega_{12}}{\beta_1 \beta_2}\right)$$

Donde:
β_1: Parámetro estimado para el atributo 1.
β_2: Parámetro estimado para el atributo 2.
ω_{11}: Varianza de β_1
ω_{22}: Varianza de β_2
ω_{12}: Covarianza entre β_1 y β_2

Debido a que los parámetros asociados al costo y al tiempo estimado en los modelos son composiciones aritméticas de varios parámetros asociados a características del viaje y del viajero, el cálculo de $\omega 11$, $\omega 22$ y $\omega 12$ no es directo. Es necesario emplear y desarrollar las siguientes expresiones:

$$Var(X + Y) = Var(X) + Var(Y) + 2 \cdot Cov(X, Y)$$
$$Cov(aX + bY, cW + dZ) = acCov(X, W) + adCov(X, Z) + bcCov(Y, W) + bdCov(Y, Z)$$

Donde X, Y, W, Z son variables aleatorias y a, b, c, d son constantes.

[1] Daly, A., Hess, S., & de Jong, G. (2012). Calculating errors for measures derived from choice modelling estimates. Transportation Research Part B: Methodological, 46(2), 333-341.

De acuerdo a lo explicado anteriormente, los valores del tiempo de acuerdo según variables socio demográficas y características de los individuos o el viaje son los presentados en las siguientes secciones.

5.7.1 Modelo Vehículos Livianos

El siguiente cuadro presenta los valores del tiempo obtenidos a partir del modelo de vehículos livianos. Se generaron los intervalos de confianza al 95% de estos a partir de la ecuación descrita en el inicio de este punto.

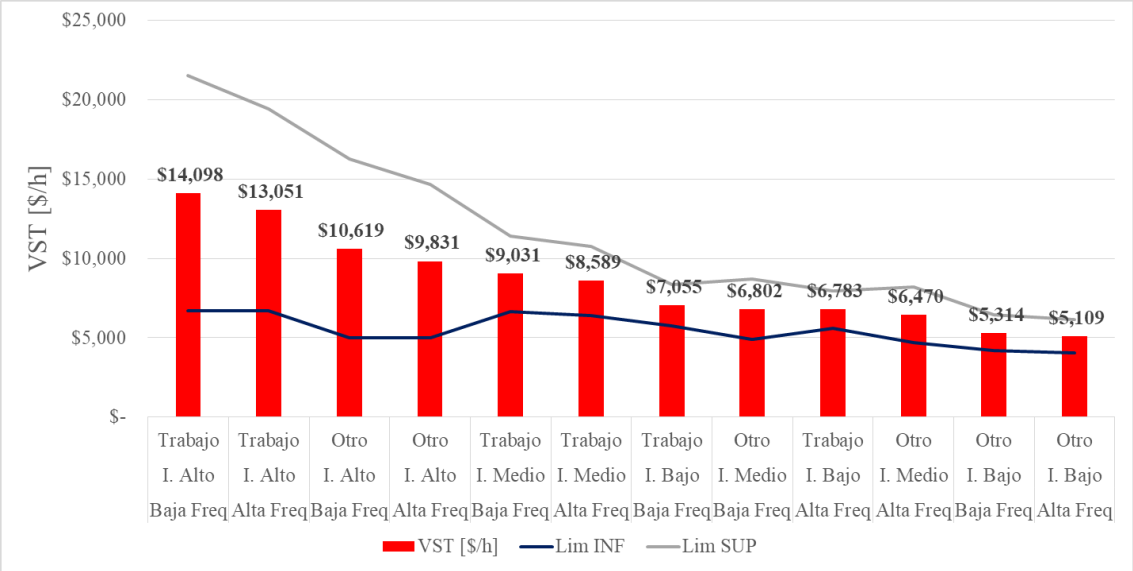
CUADRO 5.7-1: ESTIMACIÓN VT PROMEDIO E INTERVALO DE CONFIANZA – VEHÍCULOS LIVIANOS [$/H]

Frecuencia	Ingreso	Propósito	σ_{VT}[$/h]	Lim INF [$/h]	$\overline{X_{VT}}$[$/h]	Lim SUP [$/h]
Baja Freq	I. Alto	Trabajo	3786	$6,678	$ 14,098	$ 21,519
Alta Freq	I. Alto	Trabajo	3239	$6,702	$ 13,051	$ 19,400
Baja Freq	I. Alto	Otro	2872	$4,991	$ 10,619	$ 16,248
Alta Freq	I. Alto	Otro	2466	$4,997	$9,831	$ 14,664
Baja Freq	I. Medio	Trabajo	1223	$6,634	$9,031	$ 11,428
Alta Freq	I. Medio	Trabajo	1106	$6,421	$8,589	$ 10,757
Baja Freq	I. Bajo	Trabajo	654	$5,773	$7,055	$8,338
Baja Freq	I. Medio	Otro	980	$4,882	$6,802	$8,723
Alta Freq	I. Bajo	Trabajo	606	$5,595	$6,783	$7,971
Alta Freq	I. Medio	Otro	895	$4,716	$6,470	$8,224
Baja Freq	I. Bajo	Otro	571	$4,194	$5,314	$6,434
Alta Freq	I. Bajo	Otro	536	$4,058	$5,109	$6,161

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que el valor del tiempo para vehículos livianos varía entre los 5,100 a los 14,000 [$/h] dependiendo de la frecuencia del viaje, ingreso familiar o propósito del viaje. En este cuadro se observa que el VT aumenta según aumenta el nivel de ingreso familiar del encuestado, aumenta también según el propósito y el efecto de la frecuencia (no significativo) muestra que aumenta levemente cuando baja la frecuencia (inversamente proporcionales).

FIGURA 5.7-1: VT VEHÍCULOS LIVIANOS CON INTERVALOS DE CONFIANZA



Fuente: Elaboración Propia.

En caso de que se desee utilizar los resultados de este modelo para introducir el VT en una red de asignación, como la de SATURN con tres categorías de usuarios, diferenciando por nivel de ingreso se sugiere utilizar los siguientes valores. Estos valores se obtienen como los promedios de los valores encontrados controlando por el resto de los parámetros.

CUADRO 5.7-2: VT SUGERIDO PARA MODELO CON TRES CATEGORÍAS EN NIVEL DE INGRESO

Nivel Ingreso	VT [$/h]	VT [$/min]
I. Alto	11,900	198
I. Medio	7,723	129
I. Bajo	6,065	101

Fuente: Elaboración Propia.
I. Bajo: Ingreso familiar menor a $1.000.000.
I. Medio: Ingreso familiar entre $1.000.000 - $2.000.000.
I. Alto: Ingreso familiar superior a $2.000.000

Estos valores sugeridos deben analizarse con el modelador de la red estratégica, debido a que la categorización debe ser consistente con los antecedentes incorporados previamente en la red de transporte o con la que se quiera incorporar en dicha red. En base a esto, podrían existir requerimientos de reducir las categorías de usuarios.

5.7.2 Modelo Vehículos Pesados

El siguiente cuadro presenta los valores del tiempo obtenidos a partir del modelo de vehículos pesados. En este caso no se generan los intervalos de confianza debido a que no se requiere para ilustrar diferencias según categorías.

CUADRO 5.7-3: ESTIMACIÓN VT – VEHÍCULOS PESADOS

Ruta Alternativa	Tipo Camión	VT [$/h]	VT [$/min]
No	Camión Pesado	50,184	836
No	Camión Simple	10,007	167
Si	Camión Pesado	12,850	214
Si	Camión Simple	6,336	106

Fuente: Elaboración Propia. Camión Pesado = Tracto Camión.

Se observa que el valor del tiempo para vehículos pesados varía entre los 6,400 a los 50,000 [$/h] dependiendo de la disponibilidad de ruta alternativa y el tipo de camión, ya que el resto de los efectos no fueron significativos. En este cuadro se observa que el VT aumenta cuando el conductor no presenta ruta alternativa y cuando el camión es un camión pesado (tracto camión).

En caso de que se desee utilizar los resultados de este modelo para introducir el VT en una red de asignación, como la de SATURN, se propone considerar el promedio de los VT obtenidos para camiones simples y camiones pesados (tracto camiones) para cuando presentan ruta alternativa como para cuando no la tienen disponible. Los valores se presentan a continuación,

CUADRO 5.7-4: VT SUGERIDO PARA VEHÍCULOS PESADOS

Nivel Ingreso	VT [$/h]	VT [$/min]
Camión Pesado (tracto camión)	31,517	525
Camión Simple	8,171	136

Fuente: Elaboración Propia. Camión Pesado = Tracto Camión.

Al igual que lo mencionado en la sección anterior, estos valores sugeridos deben analizarse con el modelador de la red estratégica, debido a que la categorización debe ser consistente con los antecedentes incorporados en la red de transporte o con la que se quiera incorporar en dicha red.

5.8 Conclusiones y comentarios

De acuerdo a los resultados de los modelos de elección de ruta reportados en este capítulo se tiene que el ajuste de los modelos logit mixtos estimados para vehículos livianos y pesados muestran un ajuste satisfactorio con valores de $\boldsymbol{\rho^2}$ entre 36% y 41%, lo que refleja un adecuado equilibrio entre la simplicidad del modelo y la capacidad predictiva.

Los parámetros asociados al tiempo y al costo de viaje son significativos al 95% de confianza en todos los modelos, indicando que estas variables clave influyen en la elección de ruta de los usuarios, tanto para vehículos livianos como para vehículos pesados.

En cuanto a los efectos estimados para vehículos livianos, se identificaron interacciones significativas entre el ingreso familiar y el costo, así como también entre el propósito del viaje y el tiempo. Esto permite diferenciar las sensibilidades según características sociodemográficas, lo que es clave para modelar distintas clases de usuarios en la red de transporte.

Para vehículos pesados, la disponibilidad de rutas alternativas y el tipo de camión (camión simple o tracto camión) muestran efectos diferenciadores significativos sobre el costo. Por otro lado, el efecto de ser propietario/a del camión no es significativo.

En ambos modelos la preferencia por rutas de doble calzada es consistente en ambos modelos, destacando su mayor percepción de utilidad en la media del estimador de dicha alternativa. Dado que la desviación estándar resultó muy significativa, se detectó heterogeneidad no observada en las preferencias individuales lo que justificó le elección del logit mixto para capturar dichas variaciones.

Los valores del tiempo para vehículos livianos varían según nivel de ingreso y propósito. Los valores promedio sugeridos para la integración de modelos en red son los siguientes:

CUADRO 5.8-1: VT SUGERIDO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS

Nivel Ingreso	VT [$/h]	VT [$/min]
I. Alto	11,900	198
I. Medio	7,723	129
I. Bajo	6,065	101

Fuente: Elaboración Propia.

I. Bajo: Ingreso familiar menor a $1.000.000.

I. Medio: Ingreso familiar entre $1.000.000 - $2.000.000.

I. Alto: Ingreso familiar superior a $2.000.000

En cuanto a los valores del tiempo propuestos para los vehículos pesados o transporte de carga se proponen los siguientes valores:

CUADRO 5.8-2: VT SUGERIDO PARA VEHÍCULOS PESADOS

Nivel Ingreso	VT [$/h]	VT [$/min]
Camión Pesado (tracto camión)	31,517	525
Camión Simple	8,171	136

Fuente: Elaboración Propia. Camión Pesado = Tracto Camión.

Finalmente, los VT obtenidos en esta tarea permiten capturar de forma precisa la sensibilidad al tiempo y costo que presentan los vehículos livianos y pesados en elecciones de ruta. Estos VT son fundamentales para su integración en modelos de asignación de viajes, particularmente en redes que incluyen arcos tarificados o rutas concesionadas.

Comparando los valores propuestos del VT para el caso de vehículos livianos con las referencias se tiene que los propuestos se encuentran entre **100 – 200 [$/min]**, mientras que los desprendidos de los estudios de referencia se encuentran entre 60 – 130 [$/min]. Esto muestra por un lado un incremento en el valor utilizado, sin embargo, los valores obtenidos en el presente estudio corresponden a datos obtenidos para el año 2024, mientras que los valores de referencia fueron medidos en 2020. Por esto y por diferencias en la categorización del ingreso, el aumento en el VT es razonable.

Para los vehículos de carga, el VT del presente estudio se encuentra en el rango de **136 – 525 [$/min],** mientras que en las referencias utilizado este oscila entre 110 – 200 [$/min]. Que el VT haya aumentado es razonable al igual que lo sucedido para los VT de vehículos livianos. Sin embargo, en el VT de camiones pesados el aumento es significativo, lo cual puede tener que ver con la categorización de los camiones pesados, los que en este estudio corresponden a tracto camiones.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

6 CAMINOS BÁSICOS 6-1

6.1 INTRODUCCIÓN 6-1
6.2 CATASTRO DE CAMINOS BÁSICOS 6-1
6.2.1 Metodología 6-1
6.2.2 Rutas catastradas 6-7
6.3 ANÁLISIS DE FLUJOS VEHICULARES 6-17
6.4 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR 6-24
6.4.1 Antecedentes generales 6-24
6.4.2 Demarcación horizontal 6-25
6.4.3 Señalización vertical 6-27
6.4.4 Presencia de elementos de riesgo 6-30
6.4.5 Diseño vial 6-31
6.4.6 Infraestructura 6-34
6.4.7 Otras situaciones 6-35

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXO CAP. 6: CAMINOS BÁSICOS
6-1 FORMULARIO DE TERRENO
6-2 REGISTRO DE RECORRIDO

6 CAMINOS BÁSICOS

6.1 Introducción

Como objetivo secundario y tomando en consideración la alta cantidad de caminos básicos en la región de O'Higgins se planteó en los Términos de Referencia el análisis de los caminos básicos ejecutados en la región identificando principalmente los aspectos asociados a la seguridad de los peatones y usuarios de bicicleta sin dejar de lado por cierto a los conductores de vehículos motorizados. Tomando en consideración los resultados del diagnóstico de estos caminos en cuanto a geometría, seguridad vial y composición vehicular se explorará la posibilidad de definir subredes apropiadas para transporte de carga de modo de que este tipo de vehículos circulen por vías seguras para ese efecto. Para llevar a cabo esto se considerará:

- Inspeccionar visualmente los caminos básicos de la región tomando en consideración la carpeta de rodadura, obras anexas y aspectos de seguridad vial.
- Medir flujos vehiculares por tipo de vehículo en los caminos básicos identificando y rankeando la presencia del transporte de carga.
- Diagnosticar el funcionamiento de los caminos básicos identificando las fortalezas y debilidades, estas última principalmente asociadas a los elementos de seguridad.
- Proponer medidas de solución/mitigación a los problemas detectados sean estos de tipo mejoramiento de caminos básicos a estándar superior, identificación de subredes apropiadas para el transporte de carga, eventuales restricciones al paso de cargas apoyándose en legislación vigente o por definir entre otras.

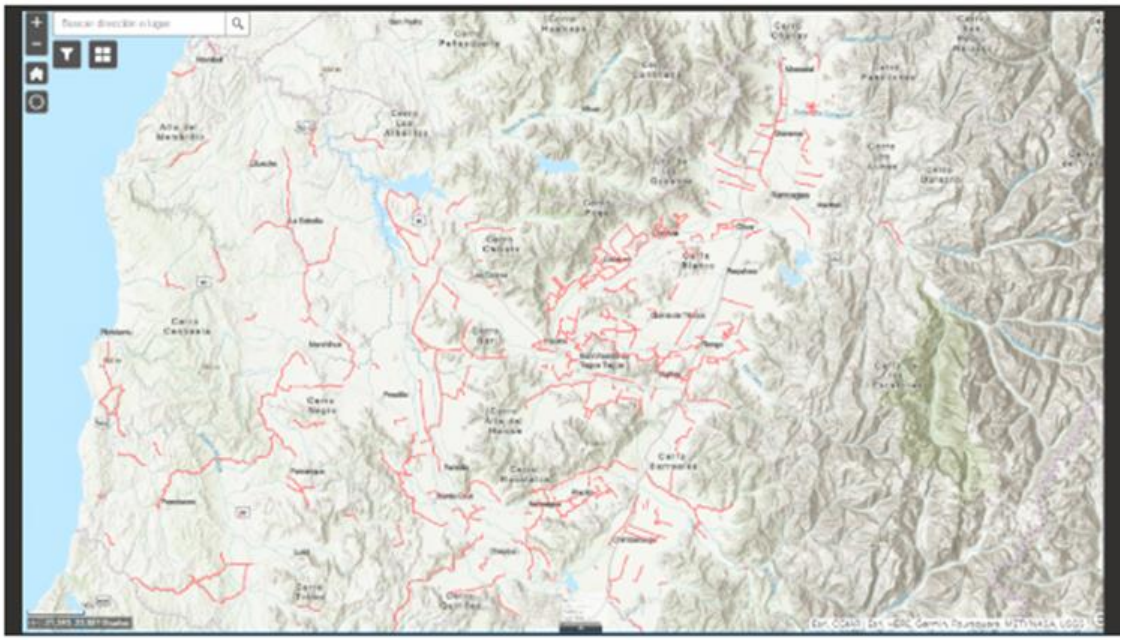
6.2 Catastro de Caminos Básicos

6.2.1 Metodología

De acuerdo a los antecedentes aportados por la Dirección Nacional de Vialidad a través del Mandante, la región de O'Higgins cuenta con 1.598 km de caminos básicos que corresponden a 449 códigos o roles diferentes[1]. Los términos de referencia establecen el requerimiento de recorrer al menos el 80% de los caminos básicos de la región.

[1] Corresponde a antecedentes del Departamento de Gestión Vial de diciembre de 2023, que cuentan además con un respaldo en SIG lo que permitió su geolocalización. La Dirección Regional de Vialidad proporcionó un listado de obras ejecutadas de caminos básicos que totalizan del orden de 1.200 Km. Durante el recorrido se pudo observar discrepancias entre lo indicado en SIG y la infraestructura existente pero se mantuvo como referencia la base de datos del nivel central.

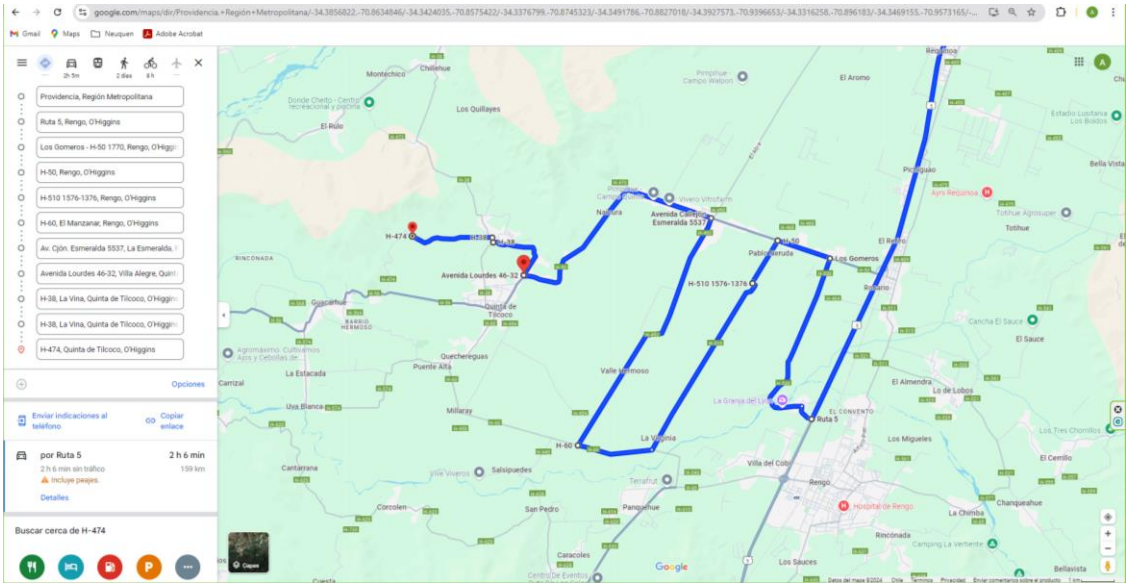
FIGURA 4.7-1: CAMINOS BÁSICOS REGIÓN DE O´HIGGINS



Fuente: Dirección de Vialidad

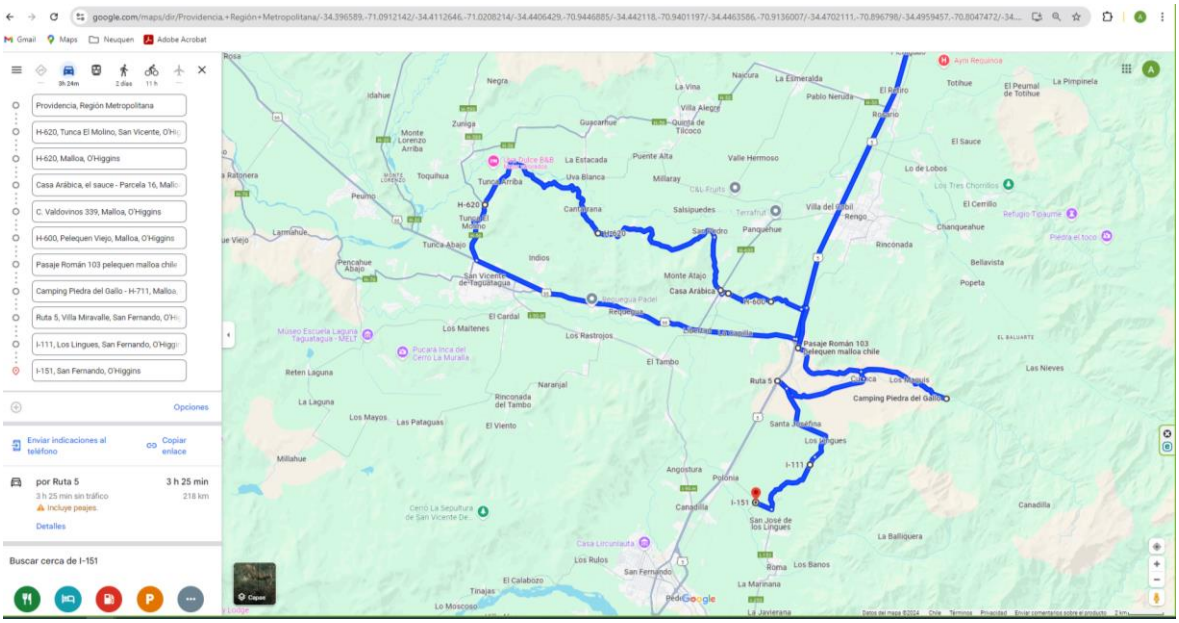
En la práctica, recorrer estos caminos tiene la dificultad de identificarlos y localizarlos en terreno, ya que pueden ser confundidos con caminos no enrolados o calles en las proximidades de los centros urbanos. Lo anterior se resuelve generando un listado de puntos en Google Maps para definir un recorrido previo: a modo de ejemplo, las figuras que se presentan a continuación muestran el recorrido de los caminos básicos localizados al poniente de Rengo y el sur de San Fernando.

FIGURA 4.7-1: RECORRIDO EN TORNO A RENGO



Fuente: Elaboración propia usando Google Maps

FIGURA 4.7-2: RECORRIDO EN TORNO A SAN FERNANDO



Fuente: Elaboración propia usando Google Maps

En terreno, se recopiló información que permita caracterizar cada camino en términos de seguridad vial. En este aspecto, se identifican elementos puntuales (señaléticas, paraderos, puentes, etc.) y elementos lineales (veredas, bermas, pavimento, etc.). Lo anterior se realizó a través del siguiente formulario.

FIGURA 4.7-2: FORMULARIO DE REGISTRO CAMINOS BÁSICOS

Análisis Conectividad y Jerarquización Vial Región de O'Higgins
Catastro de Caminos Básicos

Fecha		Ruta	
Inicio		Fin	

Km.	Hito	Estado Pavimento	Tipo Entorno	Comentarios/Observaciones

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que para contar con un respaldo digital de los recorridos realizados en terreno, se utilizó un vehículo equipado con cámara de video adosable al parabrisas (*dashcam*), que

genera un track que puede ser descargado en formato KML para facilitar la revisión. Este track permite tener además una estimación de la velocidad de circulación y, como se indicó previamente, permitirá además tener una cobertura de información de velocidades en toda la red.

FIGURA 4.7-3: VISTA DEL REGISTRO DE INFORMACIÓN CON DASHCAM

Adicionalmente, los videos generados permiten recopilar información mediante fotografías georreferenciadas de señalética y elementos de seguridad vial, enriqueciendo la información recolectada. Se puede acceder a estos videos a través del siguiente enlace https://drive.google.com/drive/folders/1d6cTq1YXsylX3pD5CeyYAb8-2a8BJTLJ?usp=sharing

A partir de la información levantada en terreno, se generó una base de datos compuesta por fichas asociadas a cada camino básico, donde cada una contiene los elementos agregados en tramos de 100 m. De esta manera, se pretende presentar los elementos que componen cada camino de una forma más compacta y así identificar más fácilmente los sectores con mayores fortalezas y debilidades en términos de seguridad vial.

En el cuadro que se presenta a continuación se detalla la información que contiene cada ficha:

CUADRO 6.2-1: CONTENIDO DE INFORMACIÓN FICHAS DE CAMINO BÁSICO

Tipo	Elemento	Descripción / Posibles Valores
Descripción General	Nombre	Nombre del camino
	Inicio	Ruta o punto de referencia del inicio del camino
	Fin	Ruta o punto de referencia del fin del camino
	Longitud	Longitud del recorrido
Eventos Puntuales	Curva	D: Curva hacia la derecha I: Curva hacia la izquierda
	Paradero	D: Paradero ubicado a la derecha I: Paradero ubicado a la izquierda X: Paradero ubicado en ambos costados.
	Lomo de Toro	S: Lomo de toro pequeño M: Lomo de toro mediano L: Lomo de toro grande
	Cruce Peatonal	X: hay cruce peatonal en el tramo
	Señal Velocidad	N: Letrero de velocidad máxima a "N" km/h
	Cruce Canal	X: hay cruce canal en el tramo
	Barrera	D: Barrera en costado derecho I: Barrera en costado izquierdo X: Barrera en ambos costados
	Puente	X: hay puente en el tramo -: No hay
Caracterización por Tramos	Tipo Entorno	Urb: Urbano Res: Residencial Cam: Campestre Mix: Mixto
	Estado Pavimento	B: Bueno R: Regular M: Malo -: Sin pavimento
	Demarcación	B: Bueno R: Regular M: Malo -: Sin demarcación
	Acera	D: Acera en costado derecho I: Acera en costado izquierdo X: Acera en ambos costados
	Solera	D: Solera en costado derecho I: Solera en costado izquierdo X: Solera en ambos costados
	Berma	D: Berma en costado derecho I: Berma en costado izquierdo X: Berma en ambos costados
	Tachas	X: hay tachas en el tramo
	Zarpas	D: Zarpa en costado derecho

Tipo	Elemento	Descripción / Posibles Valores
		I: Zarpa en costado izquierdo X: Zarpa en ambos costados
	Cambio Ancho	A: Angostamiento E: Ensanchamiento

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.7-3: EJEMPLO FICHA DE CAMINO BÁSICO

H-165
Desde H-157 hasta H-15
Longitud: 1.8 km

Km	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
Eventos Puntuales																		
Curva Cerrada/Viraje 90º	-	-	-	D-I	-	-	I	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paradero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lomo de Toro	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	M	-	-
Cruce Peatonal	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Señal Velocidad	50	-	-	-	-	40	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
Cruce Canal	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Barrera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Puente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caracterización Tramos																		
Tipo Entorno	Mix	Mix	Cam	Mix	Mix	Mix	Mix	Mix	Mix	Mix	Cam	Mix	Mix	Res	Res	Mix	Cam	Mix
Estado Pavimento	-	-	-	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Demarcación	-	-	-	-	-	-	M	R	B	B	B	B	B	B	B	B	B	R
Acera	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	-	-	-	D	-	-	-	-
Solera	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	-	-	-	D	D	D	D	D
Berma	I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tachas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zarpas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cambio Ancho	-	-	A	-	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

La información en cuestión se incluye en un archivo xlsx como parte de los anexos de la presente entrega.

6.2.2 Rutas catastradas

Se realizó un trabajo de catastro en terreno en el cual reocrrió un total de 303 caminos básicos. Se visitaron 12 caminos básicos en la preparación de la oferta el día 30/08/2024 y el resto de caminos se recorrieron entre el 02/10/2024 y 12/12/2024. A continuación, se presenta los caminos recorridos, y se indica la comuna o comunas por donde pasa cada camino, y la fecha en que se realizó el recorrido. Los caminos recorridos suman un total de 1.300 kms, que corresponden a un 81,3% de los 1.599 kms de caminos básicos de la región.

CUADRO 6.2-1: LISTADO DE CAMINOS BÁSICOS CATASTRADOS

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
1	H-10	Mostazal	30/08/2024
2	H-105	Mostazal	30/08/2024
3	H-160	Mostazal	30/08/2024
4	H-174	Codegua / Graneros	30/08/2024
5	H-182	Graneros	30/08/2024

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
6	H-200	Rancagua	30/08/2024
7	H-260	Rancagua	30/08/2024
8	H-288	Doñihue	30/08/2024
9	H-296	Doñihue	30/08/2024
10	S/R-H-172	Codegua / Graneros	30/08/2024
11	S/R-H-176	Graneros	30/08/2024
12	S/R-H-242	Rancagua	30/08/2024
13	H-150	Mostazal	02/10/2024
14	H-157	Codegua / Mostazal	02/10/2024
15	H-159	Mostazal	02/10/2024
16	H-161	Codegua / Mostazal	02/10/2024
17	H-165	Codegua / Mostazal	02/10/2024
18	H-169	Codegua	02/10/2024
19	H-171	Codegua	02/10/2024
20	H-185	Codegua / Graneros	02/10/2024
21	H-189	Codegua / Graneros	02/10/2024
22	H-193	Codegua / Graneros	02/10/2024
23	H-197	Codegua / Graneros	02/10/2024
24	H-203	Codegua / Graneros	02/10/2024
25	H-207	Codegua	02/10/2024
26	H-255	Machalí	02/10/2024
27	H-400	Olivar	02/10/2024
28	H-45-G	Mostazal	02/10/2024
29	S/R-H-1211	Codegua / Graneros	02/10/2024
30	S/R-H-125	Mostazal	02/10/2024
31	S/R-H-181	Codegua	02/10/2024
32	H-1668	San Vicente	09/10/2024
33	H-460	Rengo	09/10/2024
34	H-470	Rengo	09/10/2024
35	H-510	Rengo	09/10/2024
36	H-516	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
37	H-526	Rengo	09/10/2024
38	H-530	Rengo	09/10/2024
39	H-564	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
40	H-574	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
41	H-580	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
42	H-584	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
43	H-616	Malloa	09/10/2024

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
44	H-620	Malloa	09/10/2024
45	H-628	Malloa	09/10/2024
46	H-634	Malloa / San Vicente	09/10/2024
47	H-640	Malloa / Rengo	09/10/2024
48	H-648	San Vicente	09/10/2024
49	H-660	San Vicente	09/10/2024
50	H-664	San Vicente	09/10/2024
51	H-666	San Vicente	09/10/2024
52	H-668	San Vicente	09/10/2024
53	S/R-H-1520	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
54	S/R-H-452	Rengo	09/10/2024
55	S/R-H-454	Rengo	09/10/2024
56	S/R-H-456	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
57	S/R-H-520	Quinta de Tilcoco	09/10/2024
58	S/R-H-534	Rengo	09/10/2024
59	S/R-H-612	Quinta de Tilcoco / San Vicente	09/10/2024
60	H-546	Rengo	10/10/2024
61	H-548	Rengo	10/10/2024
62	H-631	Rengo	10/10/2024
63	I-315	San Fernando	16/10/2024
64	I-370	Nancagua	16/10/2024
65	I-372	Nancagua	16/10/2024
66	I-376	Nancagua / Placilla	16/10/2024
67	I-38	Placilla	16/10/2024
68	I-380	Placilla	16/10/2024
69	I-384	Placilla	16/10/2024
70	I-388	Placilla	16/10/2024
71	I-400	San Fernando / Nancagua / Placilla	16/10/2024
72	I-421	Chimbarongo	16/10/2024
73	I-425	Chimbarongo	16/10/2024
74	I-45	San Fernando	16/10/2024
75	I-475	San Fernando	16/10/2024
76	I-511	Chimbarongo	16/10/2024
77	I-52	Nancagua	16/10/2024
78	I-525	Chimbarongo	16/10/2024
79	I-527	Chimbarongo	16/10/2024
80	I-70	Chimbarongo	16/10/2024
81	I-820	Nancagua	16/10/2024

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
82	I-822	Nancagua	16/10/2024
83	I-826	Nancagua	16/10/2024
84	I-832	Nancagua / Placilla	16/10/2024
85	I-840	Placilla	16/10/2024
86	I-844	Placilla	16/10/2024
87	I-848	Placilla	16/10/2024
88	I-850	Placilla	16/10/2024
89	I-854	Placilla	16/10/2024
90	I-856	Placilla	16/10/2024
91	I-858	Placilla	16/10/2024
92	I-860	Placilla	16/10/2024
93	I-872	Chimbarongo	16/10/2024
94	I-876	Chimbarongo	16/10/2024
95	I-884	Chimbarongo	16/10/2024
96	I-890	Chimbarongo	16/10/2024
97	S/R-I-402	Placilla	16/10/2024
98	S/R-I-481	San Fernando	16/10/2024
99	S/R-I-531	Chimbarongo	16/10/2024
100	S/R-I-834	Nancagua	16/10/2024
101	H-256	Doñihue	23/10/2024
102	H-282	Doñihue	23/10/2024
103	H-284	Doñihue	23/10/2024
104	H-286	Doñihue	23/10/2024
105	H-290	Doñihue	23/10/2024
106	H-304	Coltauco / Doñihue	23/10/2024
107	H-312	Coltauco / Doñihue	23/10/2024
108	H-320	Coltauco	23/10/2024
109	H-324	Coltauco	23/10/2024
110	H-328	Coltauco	23/10/2024
111	H-330	Coltauco	23/10/2024
112	H-334	Coltauco	23/10/2024
113	H-338	Coltauco	23/10/2024
114	H-342	Coltauco	23/10/2024
115	H-344	Coltauco	23/10/2024
116	H-350	Coltauco	23/10/2024
117	H-354	Coltauco	23/10/2024
118	H-358	Coltauco	23/10/2024
119	H-362	Coltauco	23/10/2024

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
120	H-364	Coltauco	23/10/2024
121	H-366	Coltauco	23/10/2024
122	H-368	Coltauco	23/10/2024
123	H-370	Coltauco	23/10/2024
124	H-374	Coltauco	23/10/2024
125	H-376	Coltauco	23/10/2024
126	H-378	Coltauco	23/10/2024
127	H-380	Coltauco	23/10/2024
128	H-382	Coltauco	23/10/2024
129	S/R-H-280	Doñihue	23/10/2024
130	S/R-H-300	Doñihue	23/10/2024
131	S/R-H-318	Doñihue	23/10/2024
132	I-192	Navidad	01/11/2024
133	I-198	Navidad	01/11/2024
134	I-212	Navidad	01/11/2024
135	I-224	Navidad	01/11/2024
136	I-230	Navidad	01/11/2024
137	S/R-I-1048	Navidad	01/11/2024
138	S/R-I-248	Navidad	01/11/2024
139	H-1806	San Vicente	07/11/2024
140	H-600	Malloa	07/11/2024
141	H-605	Malloa / Rengo	07/11/2024
142	H-606	Malloa	07/11/2024
143	H-608	Malloa	07/11/2024
144	H-611	Malloa	07/11/2024
145	H-710	Malloa	07/11/2024
146	H-711	Malloa	07/11/2024
147	H-734	San Vicente	07/11/2024
148	H-746	San Vicente	07/11/2024
149	H-748	San Vicente	07/11/2024
150	H-750	San Vicente	07/11/2024
151	H-800	San Vicente	07/11/2024
152	H-810	San Vicente	07/11/2024
153	H-814	San Vicente	07/11/2024
154	H-818	San Vicente	07/11/2024
155	H-820	San Vicente	07/11/2024
156	H-824	San Vicente	07/11/2024
157	H-826	San Vicente	07/11/2024

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
158	H-830	San Vicente	07/11/2024
159	H-838	San Vicente	07/11/2024
160	H-840	San Vicente	07/11/2024
161	H-842	San Vicente	07/11/2024
162	H-844	San Vicente	07/11/2024
163	H-846	San Vicente	07/11/2024
164	H-848	San Vicente	07/11/2024
165	H-850	San Vicente	07/11/2024
166	I-111	San Fernando	07/11/2024
167	I-165	San Fernando	07/11/2024
168	I-721-H	San Fernando / Malloa	07/11/2024
169	S/R H-731	Malloa	07/11/2024
170	S/R-H-812	San Vicente	07/11/2024
171	S/R-H-828	San Vicente	07/11/2024
172	H-430	Coinco / Olivar / Requínoa	14/11/2024
173	H-434	Coinco / Olivar	14/11/2024
174	H-590	Coinco / San Vicente	14/11/2024
175	H-762	Las Cabras	14/11/2024
176	H-772	Las Cabras	14/11/2024
177	H-776	Las Cabras	14/11/2024
178	H-782	Las Cabras / Peumo	14/11/2024
179	H-784	Las Cabras	14/11/2024
180	H-788	Las Cabras	14/11/2024
181	H-790	Las Cabras	14/11/2024
182	H-794	Las Cabras	14/11/2024
183	H-796	Las Cabras	14/11/2024
184	H-802	Las Cabras	14/11/2024
185	H-854	Pichidegua	14/11/2024
186	H-864	Pichidegua	14/11/2024
187	H-870	Pichidegua	14/11/2024
188	H-874	Pichidegua	14/11/2024
189	H-882	Pichidegua	14/11/2024
190	I-320-H	Pichidegua / Palmilla	14/11/2024
191	I-322	Palmilla	14/11/2024
192	S/R-H-1764	Las Cabras	14/11/2024
193	S/R-H-1798	Las Cabras	14/11/2024
194	S/R-H-432	Requínoa	14/11/2024
195	S/R-H-804	Las Cabras	14/11/2024

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
196	S/R-H-862	Las Cabras	14/11/2024
197	S/R-H-868	Las Cabras	14/11/2024
198	S/R-H-878	Pichidegua	14/11/2024
199	S/R-H-888	Las Cabras	14/11/2024
200	S/R-H-894	Las Cabras	14/11/2024
201	S/R-H-914	Las Cabras	14/11/2024
202	H-82-I	Palmilla	20/11/2024
203	I-112	Litueche	20/11/2024
204	I-120	La Estrella / Litueche	20/11/2024
205	I-128	Litueche	20/11/2024
206	I-132	Litueche	20/11/2024
207	I-138	La Estrella / Litueche	20/11/2024
208	I-140	La Estrella	20/11/2024
209	I-150	La Estrella	20/11/2024
210	I-154	La Estrella	20/11/2024
211	I-20	La Estrella / Marchihue	20/11/2024
212	I-214	Marchihue / Peralillo	20/11/2024
213	I-330	Palmilla / Peralillo	20/11/2024
214	I-736	Santa Cruz	20/11/2024
215	I-742	Santa Cruz	20/11/2024
216	I-758	Chépica	20/11/2024
217	I-772	Chépica / Santa Cruz	20/11/2024
218	I-810	Chimbarongo / Nancagua	20/11/2024
219	I-812	Chépica	20/11/2024
220	S/R-I-266	Litueche	20/11/2024
221	I-116	Litueche	11/12/2024
222	I-138	La Estrella / Litueche	11/12/2024
223	I-146	Litueche	11/12/2024
224	I-152	Marchihue	11/12/2024
225	I-158	La Estrella	11/12/2024
226	I-170	Pichilemu / Marchihue	11/12/2024
227	I-180	Pichilemu / Marchihue	11/12/2024
228	I-188	Litueche	11/12/2024
229	I-190	Litueche	11/12/2024
230	I-196	Navidad	11/12/2024
231	I-202	Marchihue	11/12/2024
232	I-204	Marchihue	11/12/2024
233	I-410	Pichilemu	11/12/2024

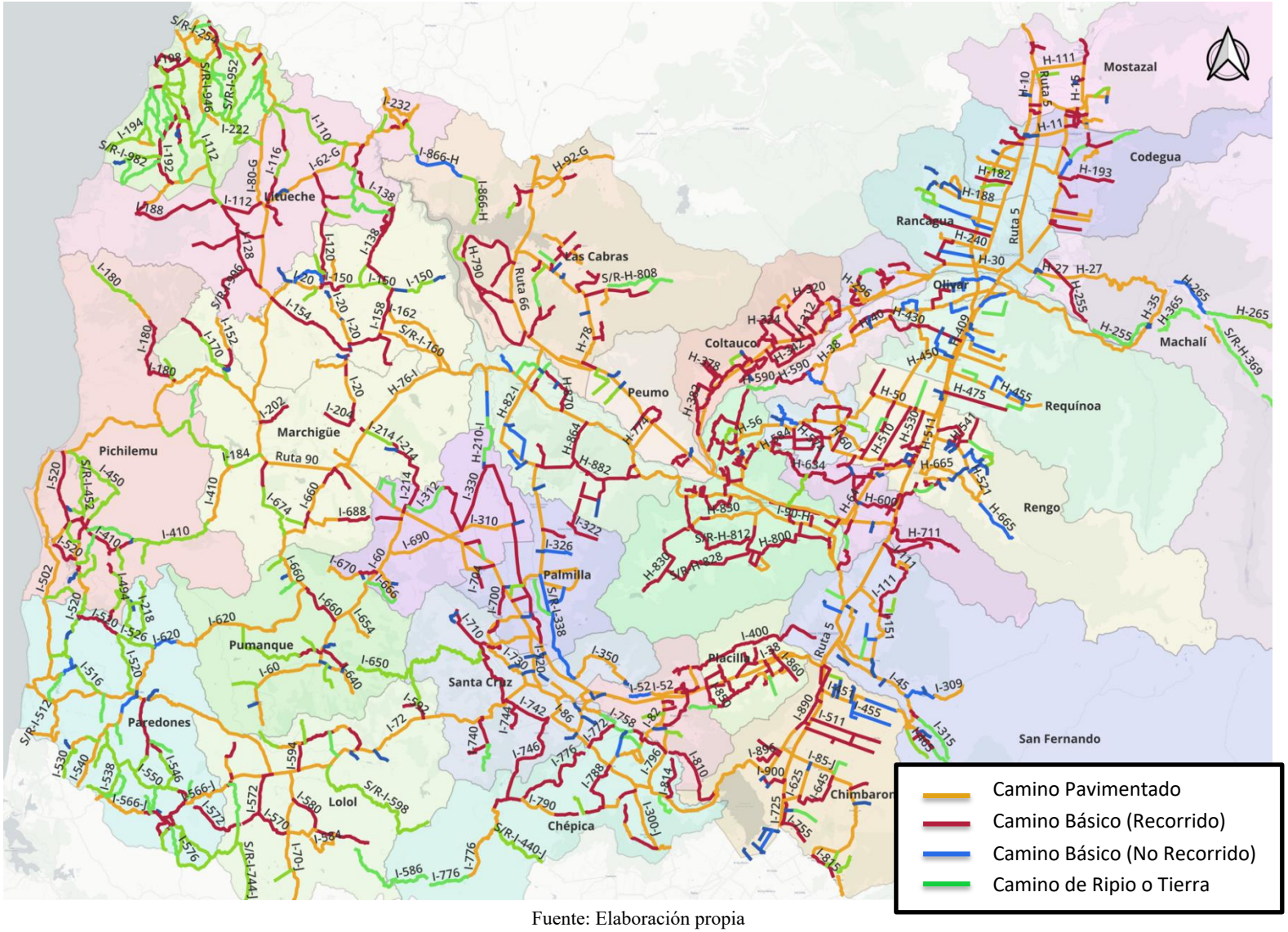
Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
234	I-450	Pichilemu	11/12/2024
235	I-490	Pichilemu	11/12/2024
236	I-494	Pichilemu / Paredones	11/12/2024
237	I-520	Pichilemu / Paredones	11/12/2024
238	I-546	Paredones	11/12/2024
239	I-550	Paredones	11/12/2024
240	I-568	Lolol	11/12/2024
241	I-570	Lolol	11/12/2024
242	I-572	Paredones / Lolol	11/12/2024
243	I-580	Lolol	11/12/2024
244	I-594	Lolol	11/12/2024
245	I-610	Pumanque	11/12/2024
246	I-650	Pumanque	11/12/2024
247	I-660	Marchihue / Pumanque	11/12/2024
248	I-670	Peralillo / Pumanque	11/12/2024
249	I-674	Marchihue	11/12/2024
250	I-680	Marchihue	11/12/2024
251	I-688	Marchihue / Peralillo	11/12/2024
252	S/R-I-106	Navidad	11/12/2024
253	S/R-I-124	Litueche	11/12/2024
254	S/R-I-134	Litueche	11/12/2024
255	S/R-I-144	La Estrella	11/12/2024
256	S/R-I-992	Litueche	11/12/2024
257	S/R-I-996	Litueche	11/12/2024
258	H-475	Requínoa	12/12/2024
259	H-515	Rengo	12/12/2024
260	H-535	Rengo	12/12/2024
261	H-540	Malloa / Rengo	12/12/2024
262	H-541	Rengo	12/12/2024
263	H-586	San Vicente	12/12/2024
264	H-594	San Vicente	12/12/2024
265	H-650	San Vicente	12/12/2024
266	H-670	San Vicente	12/12/2024
267	H-674	San Vicente	12/12/2024
268	H-754	Peumo	12/12/2024
269	H-768	Peumo	12/12/2024
270	H-770	Peumo	12/12/2024
271	H-858	Pichidegua	12/12/2024

Número	Rol	Comuna (s)	Fecha
272	I-312	Peralillo	12/12/2024
273	I-340	Palmilla	12/12/2024
274	I-554	Paredones	12/12/2024
275	I-558	Paredones	12/12/2024
276	I-560	Paredones	12/12/2024
277	I-562	Paredones	12/12/2024
278	I-566-J	Paredones / Lolol	12/12/2024
279	I-592	Lolol	12/12/2024
280	I-645	Chimbarongo	12/12/2024
281	I-665	Chimbarongo	12/12/2024
282	I-700	Palmilla	12/12/2024
283	I-704	Palmilla / Peralillo	12/12/2024
284	I-708	Santa Cruz	12/12/2024
285	I-710	Santa Cruz	12/12/2024
286	I-712	Santa Cruz	12/12/2024
287	I-725	Chimbarongo	12/12/2024
288	I-740	Santa Cruz	12/12/2024
289	I-744	Santa Cruz	12/12/2024
290	I-746	Santa Cruz	12/12/2024
291	I-755	Chimbarongo	12/12/2024
292	I-776	Chépica	12/12/2024
293	I-788	Chépica	12/12/2024
294	I-790	Chépica	12/12/2024
295	I-792	Chépica	12/12/2024
296	I-814	Chépica	12/12/2024
297	I-815	Chimbarongo	12/12/2024
298	I-892	Chimbarongo	12/12/2024
299	I-896	Chimbarongo	12/12/2024
300	I-900	Chimbarongo	12/12/2024
301	S/R-H-736	Peumo	12/12/2024
302	S/R-H-738	Peumo	12/12/2024
303	S/R-I-358	Peralillo	12/12/2024

Fuente: Elaboración propia

En la figura a continuación se presenta gráficamente el listado anterior de caminos. En rojo se destacan los caminos básicos que fueron recorridos, mientras que en azul se presentan los caminos básicos que no fueron recorridos.

FIGURA 4.8-1: DISTRIBUCIÓN DE RECORRIDOS DE CAMINOS BÁSICOS



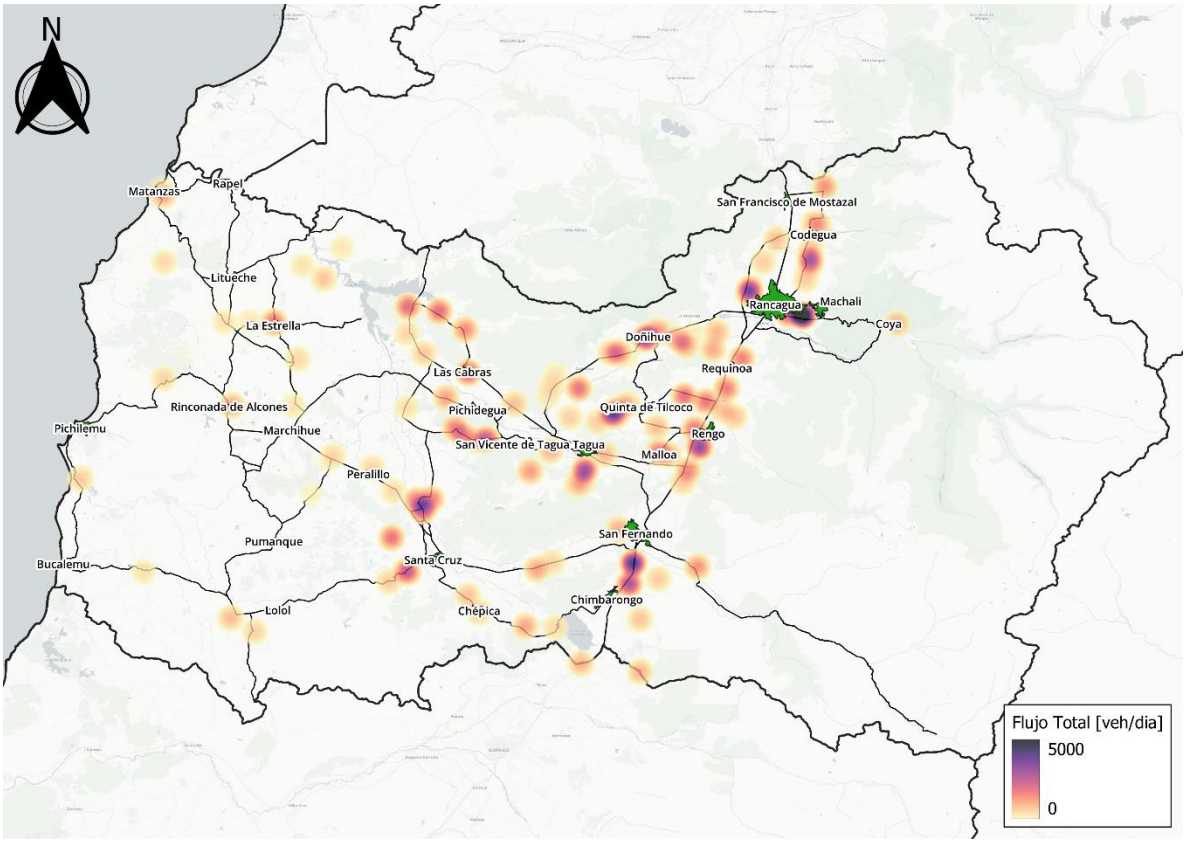
Fuente: Elaboración propia

6.3 Análisis de Flujos vehiculares

A continuación se presenta un análisis de la composición del flujo por tipo de vehículo en caminos básicos, obtenido a partir de las mediciones en 120 puntos que se presentó en el capítulo 4.

En la figura, se ilustra con un mapa de calor los niveles de flujo registrados en 120 puntos de medición. Se observa una mayor intensidad, equivalente a un mayor nivel de flujo, en el entorno de Ruta 5 y/o donde se concentra la población regional, con menores registros hacia el poniente de la región de O'Higgins.

FIGURA 4.8-1: NIVELES DE FLUJO TOTAL EN CAMINOS BÁSICOS



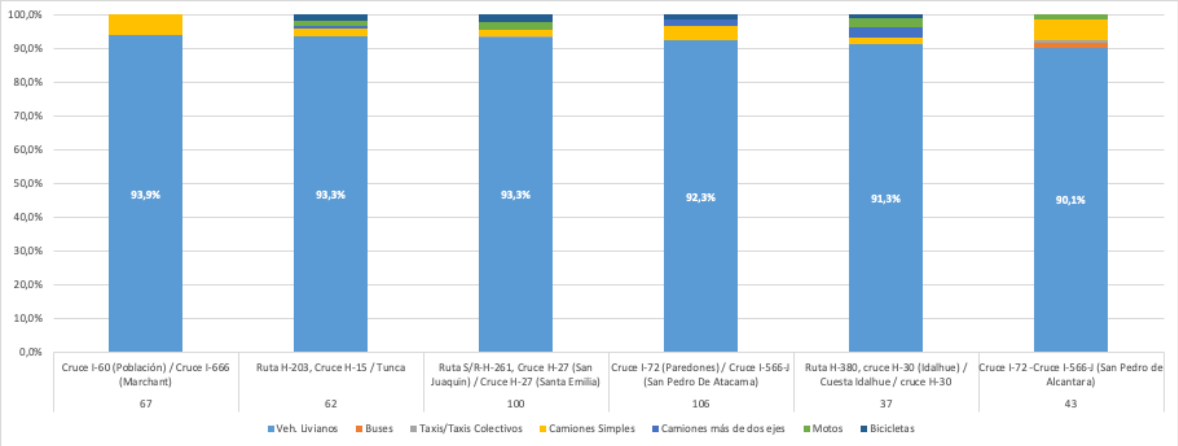
Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se presenta la composición de flujo de vehículos livianos, la cual se encuentra entre un 65,6% y un 93,9%. En 6 caminos básicos esta composición está entre un 60% y 70%, en 23 caminos entre un 70% y 80%, en 84 caminos entre un 80% y 90% y en 7 caminos se tiene una proporción mayor a un 90% del flujo para vehículos livianos.

Los 6 caminos con mayor proporción de flujo de vehículos livianos son los siguientes.

CUADRO 6.2-1: CAMINOS BÁSICOS CON MAYOR PROPORCIÓN DE VEHÍCULOS LIVIANOS

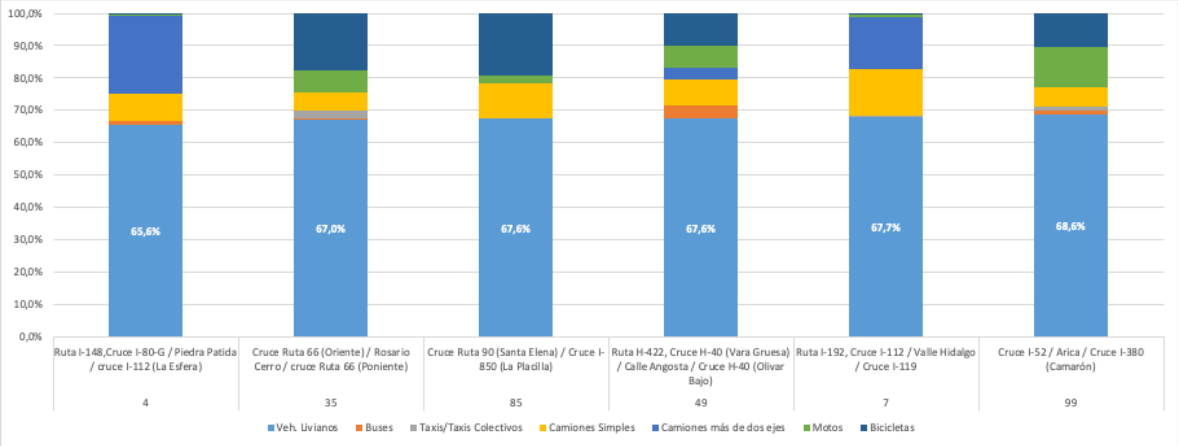
PC	Ubicación Punto	Veh. Livianos
67	Cruce I-60 (Población) / Cruce I-666 (Marchant)	93,9%
62	Ruta H-203, Cruce H-15 / Tunca	93,3%
100	Ruta S/R-H-261, Cruce H-27 (San Juaquin) / Cruce H-27 (Santa Emilia)	93,3%
106	Cruce I-72 (Paredones) / Cruce I-566-J (San Pedro de Alcántara)	92,3%
37	Ruta H-380, cruce H-30 (Idalhue) / Cuesta Idalhue / cruce H-30	91,3%
43	Cruce I-72 -Cruce I-566-J (San Pedro de Alcantara)	90,1%



Por otro lado, los caminos donde se tiene una menor proporción de flujo de vehículos livianos se presentan a continuación.

CUADRO 6.2-1: CAMINOS BÁSICOS CON MENOR PROPORCIÓN DE VEHÍCULOS LIVIANOS

PC	Ubicación Punto	Veh. Livianos
4	Ruta I-148,Cruce I-80-G / Piedra Patida / cruce I-112 (La Esfera)	65,6%
35	Cruce Ruta 66 (Oriente) / Rosario Cerro / cruce Ruta 66 (Poniente)	67,0%
85	Cruce Ruta 90 (Santa Elena) / Cruce I-850 (La Placilla)	67,6%
49	Ruta H-422, Cruce H-40 (Vara Gruesa) / Calle Angosta / Cruce H-40 (Olivar Bajo)	67,6%
7	Ruta I-192, Cruce I-112 / Valle Hidalgo / Cruce I-119	67,7%
99	Cruce I-52 / Arica / Cruce I-380 (Camarón)	68,6%



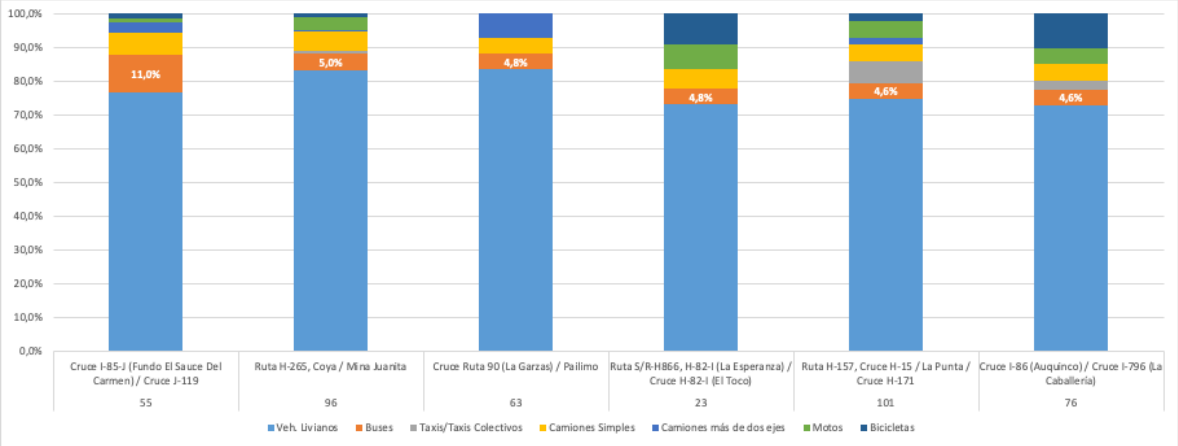
En estos puntos se destaca en el PC 4 y PC 7 una alta composición de camiones. En el PC 4 se tiene que un 24,3% del flujo corresponde a camiones pesados y un 8,4% a camiones simples. En el PC 7 se tiene un 16,0% de flujo de camiones pesados y un 14,4% de camiones simples. En los otros 3 puntos se destaca una alta cantidad de bicicletas y también de camiones.

En el caso del tráfico de buses se tiene que el camino por donde circula una mayor proporción de buses corresponde al PC 55, donde los buses representan a un 11,0% del flujo. En el resto de los caminos básicos el flujo de buses representa a menos de un 5% y en 103 de los 120 caminos la proporción de buses es menor a un 3%. Es importante consignar que en el 90% de los caminos básicos medidos se encontraron buses o taxibuses.

A continuación, se presentan los 6 caminos con la mayor proporción de buses.

CUADRO 6.2-1: CAMINOS BÁSICOS CON MAYOR PROPORCIÓN DE BUSES

PC	Ubicación Punto	Buses
55	Cruce I-85-J (Fundo El Sauce Del Carmen) / Cruce J-119	11,0%
96	Ruta H-265, Coya / Mina Juanita	5,0%
63	Cruce Ruta 90 (La Garzas) / Pailimo	4,8%
23	Ruta S/R-H866, H-82-I (La Esperanza) / Cruce H-82-I (El Toco)	4,8%
101	Ruta H-157, Cruce H-15 / La Punta / Cruce H-171	4,6%
76	Cruce I-86 (Auquinco) / Cruce I-796 (La Caballería)	4,6%

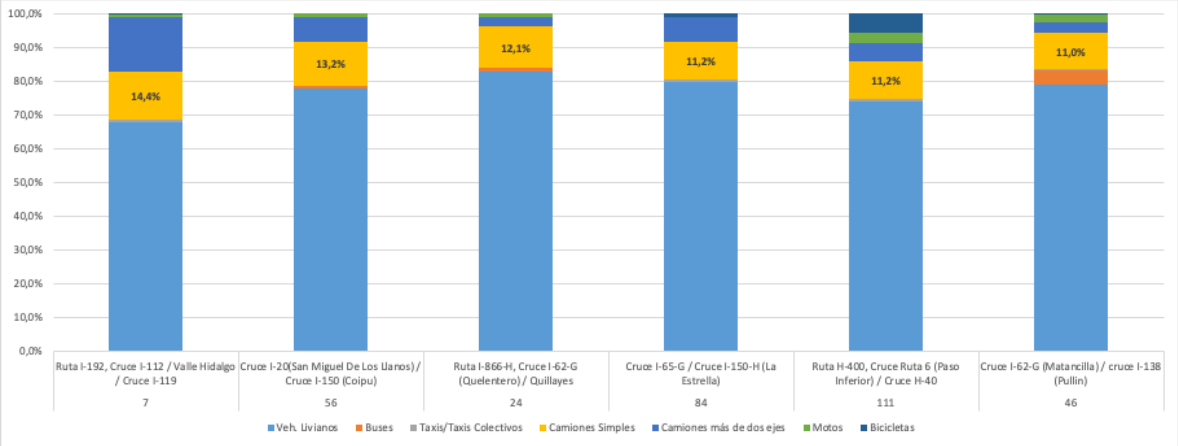


En el caso de los camiones simples, se tiene en el PC 7 la mayor proporción de camiones simples, con un 14,4%. En 9 caminos se tiene que una proporción mayor a un 10% representa a camiones simples. Luego, en 61 caminos la proporción de flujo está entre un 5% y un 10% y en los 50 caminos restantes se tiene una proporción de camiones simples menor a un 5%. Se destaca que en la totalidad de los caminos básicos donde se registró flujo vehicular se observaron camiones de dos ejes, con un valor promedio para la muestra de 55 camiones en 12 horas de medición.

Los 6 caminos con mayor proporción de camiones simples se presentan a continuación.

CUADRO 6.2-1: CAMINOS BÁSICOS CON MAYOR PROPORCIÓN DE CAMIONES DE DOS EJES

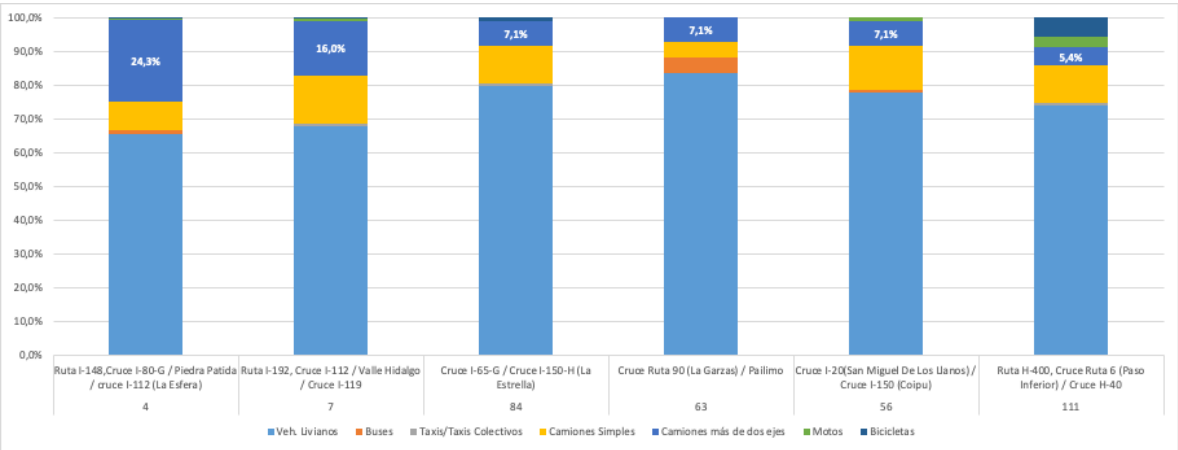
PC	Ubicación Punto	Camiones Simples
7	Ruta I-192, Cruce I-112 / Valle Hidalgo / Cruce I-119	14,4%
56	Cruce I-20(San Miguel De Los Llanos) / Cruce I-150 (Coipu)	13,2%
24	Ruta I-866-H, Cruce I-62-G (Quelentero) / Quillayes	12,1%
84	Cruce I-65-G / Cruce I-150-H (La Estrella)	11,2%
111	Ruta H-400, Cruce Ruta 6 (Paso Inferior) / Cruce H-40	11,2%
46	Cruce I-62-G (Matancilla) / cruce I-138 (Pullin)	11,0%



Para los camiones pesados se tiene que el camino con una mayor proporción del flujo de este tipo corresponde al PC 4, con un 24,3% del flujo y luego el PC 7 con un 16,0% del flujo. En los puntos PC 84, PC 56 y PC 111 se tiene un 7,1% de camiones pesados. En el resto de los caminos básicos esta proporción baja a menos de un 5,5% y en 105 de los 120 caminos esta proporción es menos de un 3%. Los 6 caminos con mayor proporción de camiones pesados se presentan a continuación.

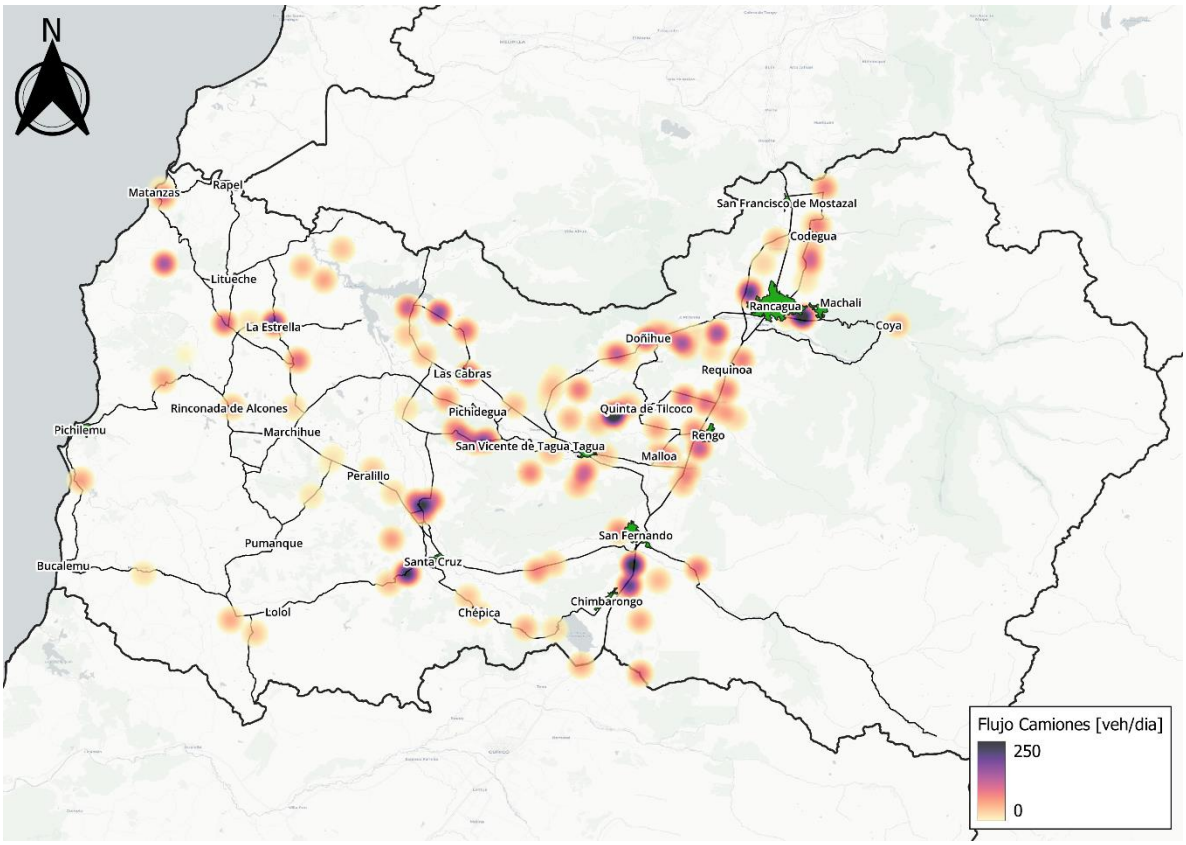
CUADRO 6.2-1: CAMINOS BÁSICOS CON MAYOR PROPORCIÓN DE CAMIONES DE MÁS DE DOS EJES

PC	Ubicación Punto	Camiones Pesados
4	Ruta I-148, Cruce I-80-G / Piedra Patida / cruce I-112 (La Esfera)	24,3%
7	Ruta I-192, Cruce I-112 / Valle Hidalgo / Cruce I-119	16,0%
84	Cruce I-65-G / Cruce I-150-H (La Estrella)	7,1%
63	Cruce Ruta 90 (La Garzas) / Pailimo	7,1%
56	Cruce I-20(San Miguel De Los Llanos) / Cruce I-150 (Coipu)	7,1%
111	Ruta H-400, Cruce Ruta 6 (Paso Inferior) / Cruce H-40	5,4%



En 105 de los 120 puntos con registro de tránsito se observaron camiones de más de dos ejes, y en 50 puntos se contabilizaron más de 10 camiones diarios.

FIGURA 4.8-1: NIVELES DE FLUJO DE CAMIONES EN CAMINOS BÁSICOS



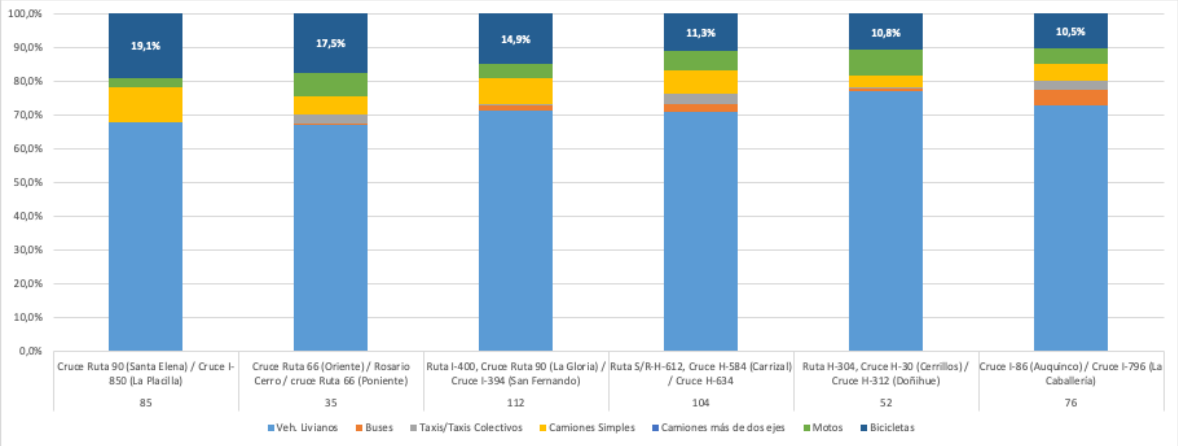
Fuente: Elaboración propia

Los puntos con mayor flujo de camiones circulando por caminos básicos se observan en torno a Rancagua-Machalí, por Ruta 5 entre San Fernando y Chimbarongo, en torno a Quinta de Tilcoco, Santa Cruz y San Vicente de Tagua Tagua. En menor volumen se observan flujos de camiones en torno a la Ruta 66 (Las Cabras – El Manzano) y en el nor poniente (Pupuya, La Rosa, la Estrella).

Finalmente, se presenta un análisis de la proporción del flujo de bicicletas en los caminos básicos. Se tiene que hay 8 caminos en los cuales la proporción de bicicletas corresponde a más de un 10% del flujo y luego hay otros 22 caminos donde la proporción de bicicletas está entre un 5% y 10%. El camino con mayor proporción de bicicletas es el PC 8, con un 19,1% del flujo. Luego en el PC 35 y PC 112 se observa un 17,5% y 14,9% de flujo de bicicletas, respectivamente. Los 6 caminos con mayor proporción de biciclos se presentan a continuación.

CUADRO 6.2-1: CAMINOS BÁSICOS CON MAYOR PROPORCIÓN DE BICICLOS

PC	Ubicación Punto	Bicicletas
85	Cruce Ruta 90 (Santa Elena) / Cruce I-850 (La Placilla)	19,1%
35	Cruce Ruta 66 (Oriente) / Rosario Cerro / cruce Ruta 66 (Poniente)	17,5%
112	Ruta I-400, Cruce Ruta 90 (La Gloria) / Cruce I-394 (San Fernando)	14,9%
104	Ruta S/R-H-612, Cruce H-584 (Carrizal) / Cruce H-634	11,3%
52	Ruta H-304, Cruce H-30 (Cerrillos) / Cruce H-312 (Doñihue)	10,8%
76	Cruce I-86 (Auquinco) / Cruce I-796 (La Caballería)	10,5%



Se destaca que las bicicletas fueron observadas en el 89% de los caminos básicos donde se realizaron mediciones de tránsito.

6.4 Diagnóstico preliminar

6.4.1 Antecedentes generales

El programa de Caminos Básicos del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de Chile se implementó en 2003 con el objetivo de mejorar las condiciones de la red vial no pavimentada en zonas rurales y de bajo tráfico. A la fecha existen unas 450 rutas mejoradas en la Región de O'Higgins como camino básico, mediante soluciones asfálticas o estabilizadores para caminos de tierra, totalizando unos 1.600 kilómetros.

Una ventaja importante que presentan este tipo de proyectos es que presentan una tramitación simplificada ante el Ministerio de Desarrollo y Familia (MDSF), respecto a las inversiones tradicionales en vialidad interurbana, que requieren seguir las etapas tradicionales de (factibilidad), diseño y ejecución, lo que permite su materialización en menores plazos. Esto ha llevado, probablemente, a que algunas vías de relevancia en la conectividad regional se hayan "pavimentado" usando este estándar, lo mismo que algunas vías de carácter urbano o semiurbano.

En efecto, en principio se distinguen tres categorías de vías en las que se ha aplicado el programa de Caminos Básicos:

- Vías de conectividad regional: En general son vías de mayor longitud, algunas con una faja vial adecuada, cuyo mejoramiento se realizó mediante el programa de caminos básicos, lo que implicó algunas restricciones en el costo por kilómetro de vía. Este tipo de vías presentan un mayor nivel de flujo, participación de vehículos pesados y enfrentan algunas complicaciones en términos de seguridad vial, principalmente en términos del diseño geométrico restrictivo, estructuras como puentes menores o pasos sobre canales de menor estándar o que dan origen a restricciones de ancho, falta de sectores de adelantamiento seguro y falta de demarcaciones horizontales y verticales. Se observa en algunos casos un deterioro mayor del pavimento debido a la presencia de vehículos pesados y a que, en general, no se ha efectuado un saneamiento adecuado de la vía.

- Vías de carácter urbano o semiurbano: Son vías que presentan presencia de viviendas en uno o ambos costados de la vía, en general de reducida extensión al menos en el tramo poblado, con eventual presencia de sectores de escuela, postas o comercio. El nivel de flujo es proporcional a la actividad urbana y con tráfico marcado por horarios de mayor demanda. El tráfico de vehículos de carga es relativamente menor, pero se observa presencia de servicios de transporte público y de recolección domiciliaria de

residuos. Ocasionalmente presentan algún nivel de equipamiento, que incluye paraderos de transporte público, aceras, soleras y otros elementos urbanos. En algunas vías se observan anchos de faja muy reducidos, lo que incluso no permite la existencia de aceras y obliga a la circulación de peatones y biciclos sobre la vía de circulación, con evidente riesgo. Como parte del diseño restrictivo se observa además presencia de virajes cerrados (en 90º) con problemas de visibilidad y curvas estrechas. Ocasionalmente se incluyen elementos de restricción de velocidad como lomos de toro o señales de velocidad máxima, así como espejos cóncavos para facilitar la visibilidad. En general no existe espacio para maniobras de adelantamiento y la circulación se ve afectada por la presencia de vehículos estacionados sobre la vía.

- Vías secundarias: corresponde al resto de las vías, que en general responden al estándar de camino secundario, en zona rural y de bajo tráfico. El nivel de tráfico es relativamente bajo, con eventual presencia de vehículos de carga por las actividades presentes en la vía, que corresponden generalmente a predios agrícolas de gran extensión y/o packings. Desde el punto de vista geométrico presentan tramos generalmente rectos unidos por curvas cerradas, con angostamientos puntuales asociados a la presencia principalmente de cruces de canales de regadío. Normalmente la faja es bastante ajustada, sin espacio para bermas y usualmente con presencia de canales de regadío a uno o ambos costados de la vía.

  Es importante señalar que algunos de estos caminos secundarios conectan sectores poblados o bien la materialización del camino ha dado soporte para la urbanización o parcelación de áreas agrícolas, en cuyo caso se generan los problemas expuestos en el apartado de vías urbanas.

A continuación se presenta una caracterización de los principales elementos observados en terreno.

6.4.2 Demarcación horizontal

Si bien se observan vías con demarcación bastante completa y bien mantenida, se presentan algunos casos en los cuales el estándar resulta inadecuado.

El caso más habitual es el de una vía que presenta demarcación muy desgastada, por lo que no es visible durante el día y menos aún en horarios nocturnos.

Ejemplo de un sector con falta de demarcación	Ruta H-160, demarcación en sector de cruce y tapada por la vegetación en el resto de la vía

Ejemplo de vía sin demarcación, con barreras de contención a un costado	Señalización desgastada, se observa presencia de tachas

Vía sin demarcación	Vía sin demarcación ni señales en curva

También se observó demarcación confusa, principalmente al dividir pistas o al pasar de línea continua a segmentada

6.4.3 Señalización vertical

En varios caminos se observaron señales adecuadas y en norma, como se ilustra a continuación.

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Ejemplo de cartel de velocidad</td><td></td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Señal de restricción, seguida de lomo de toro angosto (sin señalización) y angostamiento</td><td>Señal de restricción, acompañada de presencia de peatones en entorno semi urbano.</td></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>Señal de velocidad vandalizada</td><td>Señal luminosa de restricción de velocidad, sector de escuela</td></tr>
</table>

Espejo en intersección para facilitar visibilidad	Señal de velocidad reforzada, cercana a sector de escuela

Los casos anómalos corresponden principalmente a

- Ausencia de señales de velocidad máxima
- Tipologías de señal de velocidad inadecuadas o fuera de norma

Señal de velocidad fuera de norma	Señal de velocidad realizada por vecinos

Se observaron numerosos casos de presencia de resaltos u otras situaciones, con ausencia de señales de advertencia (lomo de toro, curvas, angostamiento)

Lomo de toro angosto, sin señal de ubicación	Lomo de toro correctamente señalizado, pese a ausencia de demarcación horizontal

Lomo de toro angosto, sin señal de ubicación	Lomo de torno con señalización, demarcación y tachas.

Lomo de toro angosto, sin señal de ubicación	Otra modalidad de resalto, con demarcación y tachas.

Lomo de toro con paso peatonal, en entorno urbano.	

6.4.4 Presencia de elementos de riesgo

Se observó dentro de la faja vial y muy próxima a la vía, la presencia de postaciones, principalmente eléctricas y la presencia de vegetación, que genera un riesgo ante eventuales colisiones.

Presencia de postación MT con señal de advertencia y barrera	Poste cercano a la vía de circulación
Canal a un costado sin barrera, obsérvese señal de velocidad no reglamentaria	Postación ubicada en bifurcación de vías

Otra situación de riesgo advertida habitualmente fue la del estacionamiento de residentes, lo que reduce la capacidad de la vía y da origen a condiciones de riesgo.

Estacionamiento en curva	Estacionamiento sobre la calzada
Estacionamiento en berma	Estacionamiento en berma, frente a un colegio
Estacionamiento sobre calzada, angostando la vía de paso	Detención sobre la calzada

6.4.5 Diseño vial

En relación al diseño vial, se debe considerar que la modalidad de caminos básicos no admite un gasto elevado por kilómetro de vía, lo que obliga a circunscribirse a la faja existente.

Se pudo notar presencia de curvas cerradas y/o con problemas de visibilidad

Ejemplo de curva cerrada a izquierda. Nótese acceso a pasaje y paradero en la curva.	Curva cerrada, con acceso a predio al final de la recta
Curva cerrada a derecha, con barrera de contención y señales.	Sector de curvas
Curva cerrada a derecha, con barrera de contención y señales.	Sector de curva y contracurva por cruce de canal

Ejemplo de faja angosta	Trazado vial sinuoso

Curva en U en sector sinuoso	

También fue frecuente observar la presencia de obstáculos como cruces de canales, que generaban un angostamiento de la vía o bien condicionaban su geometría.

Sector de curvas con cruce de canal y barrera en regular estado	Angostamiento de la vía por cruce de canal

Angostamiento por cruce de canal	Angostamiento de la vía por presencia de canal de regadío

6.4.6 Infraestructura

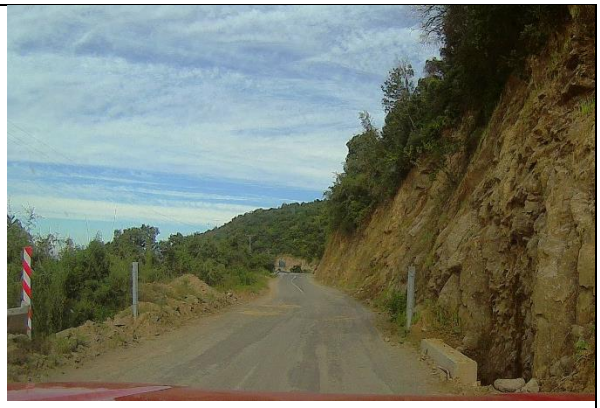
La infraestructura resulta condicionada por las restricciones presupuestarias, de manera que se pudo observar puentes con restricción de peso, fuera de norma, de una sola vía, puentes de madera, entre otros.

Puente sin sector de peatones y barreras inadecuadas.	Puente angosto, de una vía

No obstante lo anterior, también se observan obras recientes de puentes y obras de arte que mejoran la conectividad.

Cruce de canal recientemente mejorado con estructura	Trazado sinuoso por presencia de canales y viviendas

También se observaron numerosos baches en la vía, con deterioro evidente de la superficie de rodado.

	
Ejemplo de parches y baches en la vía	Baches en la vía

6.4.7 Otras situaciones

Se observaron numerosos sectores de escuela, en general bien gestionados. Presentan señales de advertencia, de velocidad reducida de lomo de toro. Incluyen normalmente demarcación, tachas, lomos de toro y paso peatonal (cebra). Usualmente consideran paraderos cercanos y eventualmente ensanches (bus bay) en el entorno de la escuela.

Sector de escuela con paso peatonal y lomo de toro.	Reforzamiento de reducción de velocidad en sector de escuela

No obstante, la mayor parte de los paraderos no contaban con espacio para detención de transporte público o estaban en localizaciones inadecuadas.

Sector de parada sin espacio para detener el bus	Sector de parada con ampliación sobre la berma y paradero posterior.

Sector de parada ubicado en cruce de vías	Parada localizada en curva

Finalmente, se observaron numerosos casos de tránsito de peatones y ciclistas sobre la calzada, lo que genera condiciones de riesgo y es probablemente resultado de un aumento de la población en el entorno de las vías.

Circulación de peatones en la vía

Presencia de peatones en la calzada

Señal advirtiendo presencia de ciclistas

Peatones circulando por la vía

Presencia de peatones y ciclistas en la vía

Construcción de aceras en camino básico

Circulación de escolares por la vía	

Respecto a accidentes de tránsito y en que hay estadísticas anuales (Excel) se indagará si los roles de vías en que se producen esos accidentes son o no caminos básicos.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

7 CALIBRACIÓN DEL MODELO 1

7.1 DEFINICIÓN DE LA RED A CALIBRAR 1
7.1.1 Oferta Vial 1
7.1.2 Velocidades de operación 3
7.1.3 Tipología de usuarios 7
7.1.4 Períodos de Modelación 8
7.1.5 Ajuste parámetros arcos red vial de modelación 8
7.2 CALIBRACIÓN RUTAS FIJAS 9
7.3 CALIBRACIÓN DEL FLUJO ASIGNABLE 21
7.3.1 Principales Parámetros SATURN 21
7.3.2 Flujos de Calibración 21
7.4 CONSOLIDACIÓN DE MATRICES 23
7.5 AJUSTE DE MATRICES 30

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 7: CALIBRACIÓN DEL MODELO
7-1 RED VIAL
7-2 CALIBRACIÓN RUTAS FIJAS
7-4 CONSOLIDACIÓN DE MATRICES
7-5 CALIBRACIÓN ASIGNABLES

7 CALIBRACIÓN DEL MODELO

7.1 Definición de la Red a Calibrar

7.1.1 Oferta Vial

En términos generales, la oferta vial se caracteriza por un eje troncal de doble calzada como lo son la Ruta 5 y el by-pass a Rancagua, caminos nacionales como las Rutas 66 y 90, y un conjunto de rutas en su mayoría transversales que conectan las principales ciudades de la región como Rancagua, San Fernando, Rengo, Graneros, Santa Cruz, San Vicente de Tagua Tagua, Chimbarongo, Requínoa, San Francisco de Mostazal, Pichilemu, etc. y una gran cantidad de caminos no pavimentados que conectan localidades más pequeñas.

En general en la región el relieve es muy accidentado por la presencia de cordones o sierras montañosas que se desprenden de la cordillera de Los Andes, que se alternan con los valles transversales. En el sector costero los caminos se insertan en amplias planicies litorales. Los cursos fluviales más relevantes de la región son el río Rapel, el río Cachapoal y el río Tinguiririca. En el primero de ellos se ubica el embalse Rapel.

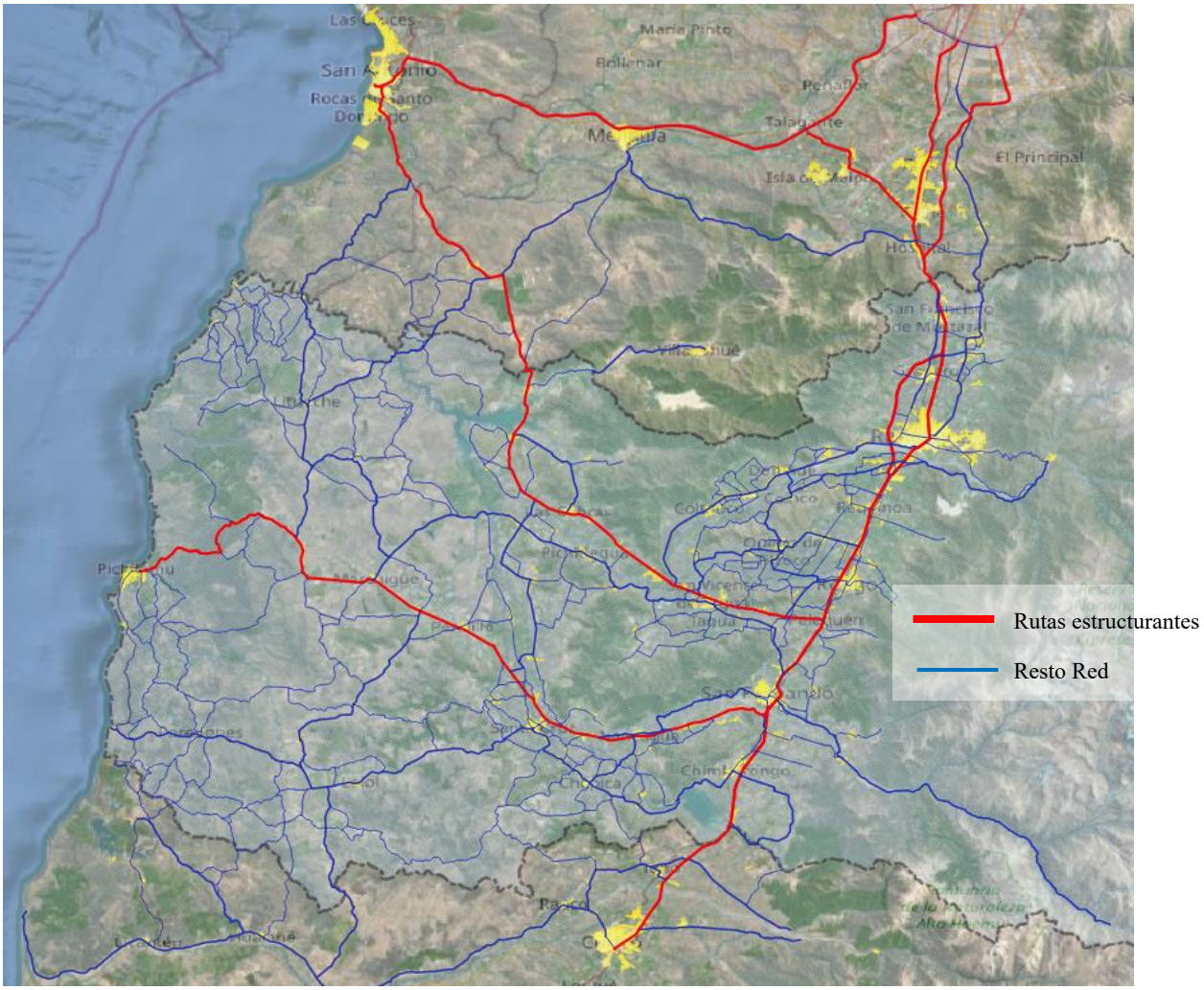
De esta forma el conjunto de rutas incorporadas en la red de modelación fueron las siguientes:

Ruta 66	H-540	I-146	I-572	S/R-H-452	H-1170	I-20
Ruta 79	H-544	I-150	I-576	S/R-H-454	H-166	I-400
Ruta 90	H-574	I-151	I-580	S/R-H-456	H-171	I-45
Bypass Ruta 5	H-580	I-158	I-584	S/R-H-520	H-286	I-52
Ruta 5	H-584	I-162	I-594	S/R-H-612	H-564	I-60
H-111	H-588	I-188	I-610	S/R-H-812	H-579	I-62-G
H-140	H-590	I-190	I-650	S/R-H-886	H-605	I-70
H-145	H-600	I-192	I-674	S/R-I-1004	H-706	I-70-J
H-153	H-606	I-194	I-678	S/R-I-1048	H-711	I-72
H-157	H-611	I-196	I-688	S/R-I-106	H-810	I-80-G
H-161	H-620	I-198	I-700	S/R-I-1180	I-180	I-82
H-170	H-634	I-212	I-710	S/R-I-134	I-224	I-85-J
H-185	H-638	I-228	I-720	S/R-I-142	I-450	I-86
H-189	H-640	I-232	I-721-H	S/R-I-160	I-458	I-90-H
H-201	H-665	I-236	I-730	S/R-I-166	I-586	H-1000
H-210-I	H-710	I-255	I-736	S/R-I-186	I-592	H-400
H-255	H-720	I-309	I-742	S/R-I-254	I-726	H-450
H-263	H-734	I-310	I-746	S/R-I-256	S/R-H-1330	H-511
H-27	H-746	I-320-H	I-756	S/R-I-266	S/R-H-1520	H-774
H-270	H-772	I-330	I-758	S/R-I-282	S/R-H-181	H-92-G
H-276	H-776	I-350	I-766	S/R-I-302	S/R-H-184	I-116
H-288	H-784	I-410	I-772	S/R-I-338	S/R-H-414	I-120
H-290	H-788	I-451	I-776	S/R-I-352	S/R-H-582	I-154
H-312	H-790	I-466	I-788	S/R-I-362	S/R-H-828	I-184
H-320	H-794	I-490	I-790	S/R-I-408	S/R-I-574	I-214
H-324	H-800	I-494	I-796	S/R-I-411	S/R-I-924	I-222
H-328	H-806	I-510	I-810	S/R-I-440-J	S/R-I-946	I-226
H-334	H-820	I-511	I-812	S/R-I-452	S/R-I-988	I-300-J
H-338	H-830	I-516	I-814	S/R-I-504	H-10	I-340
H-342	H-842	I-526	I-815	S/R-I-512	H-11	I-502
H-350	H-850	I-528	I-826	S/R-I-596	H-15	I-520
H-405	H-858	I-530	I-840	S/R-I-622	H-30	I-620
H-408	H-864	I-536	I-842	S/R-I-716	H-35	I-660
H-409	H-870	I-538	I-850	S/R-I-764	H-38	I-690
H-418	H-882	I-540	I-866-H	S/R-I-838	H-40	I-760
H-430	I-110	I-548	I-872	S/R-I-952	H-45-G	I-890
H-434	I-111	I-550	I-880	S/R-I-954	H-50	S/R-I-744-J
H-438	I-1111	I-558	S/R-H-1866	S/R-I-958	H-56	
H-455	I-112	I-560	S/R-H-204	S/R-I-960	H-60	
H-510	I-128	I-562	S/R-H-332	S/R-I-966	H-64	
H-516	I-132	I-566-J	S/R-H-351	S/R-I-968	H-76-I	
H-521	I-138	I-568	S/R-H-420	S/R-I-970	H-78	
H-530	I-140	I-570	S/R-H-432	S/R-I-978	H-82-I	

Cabe señalar que se incorporaron adicionalmente algunas rutas insertas en las regiones vecinas que son relevantes, puesto que le dan conectividad a la Región de O'Higgins con las regiones de Valparaíso, Santiago y Maule.

El posicionamiento de este conjunto de rutas se presenta en la siguiente figura:

FIGURA 7.1-1: RED DE MODELACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

La construcción de la topología de la red vial de modelación requiere de la obtención de atributos como longitud, curvatura, pendientes y estándar (pavimentado/ripio, calzada simple/doble) para obtener una aproximación de las velocidades de operación de cada una de ellas.

7.1.2 Velocidades de operación

En términos generales no se observan condiciones cercanas a la congestión en redes interurbanas, lo que determina que el tiempo de viaje en una vía de calzada simple no se ve mayormente afectado por la presencia de otros vehículos en la vía. Sin perjuicio de ello se puede intuir que en condiciones en las cuales se presenten pendientes fuertes (e.g. cuestas) y/o trazados sinuosos se dificulta el adelantamiento de vehículos más lentos, lo que reduce

la velocidad de circulación de los vehículos. Esto puede ser observado directamente en las velocidades obtenidas en los tramos de la red vial analizada.

Para obtener las velocidades de operación de los diferentes tramos de la red vial se estimaron en primer lugar utilizando la información disponible en la plataforma de Google y ante la ausencia de esta información se estimaron a través del modelo HDM-4. Este modelo utiliza las características físico-operativas de cada arco de la red vial. En particular se utilizan atributos tales como curvatura, pendientes de subida y bajada, características de la carpeta de rodadura, tipo de calzada, flujos vehiculares que transitan, etc. Para definir estos atributos se debe segmentar las rutas en tramos homogéneos en cuanto a sus características.

Sin perjuicio de lo anterior, en condiciones de tráfico no congestionado, pero con un nivel de flujo moderado, una variable que influye notoriamente en la velocidad de operación es el flujo en sentido contrario, sobre todo en caminos básicos con anchos de calzada de 6 o menos metros. En efecto, la percepción de los conductores de enfrentar vehículos en sentido contrario en un espacio "reducido", disminuye su velocidad de operación. Este efecto es diferente al efecto congestión tradicionalmente abordado en los modelos de tráfico a través de curvas tipo BPR.

En la región se advierte la existencia de una alta proporción de caminos básicos con calzadas angostas. De hecho en las bases de licitación se plantea la utilización de funciones flujo demora que precisamente incorporen la interferencia con el flujo en sentido contrario para rutas de calzada simple.

Al respecto se identifica el estudio Análisis y Desarrollo Evaluación Sistema de Transporte Interurbano, ESTRASUR (Sectra, 1999) en cuyo marco se estimaron curvas flujo velocidad para vehículos livianos en calzada simple que tienen la siguiente forma funcional:

$$V_1 = a e^{-b q_1} + \beta_1 \left(1 - \frac{1}{1 + e^{\frac{\mu_1 - q_1}{\sigma_1}}} \right) + \beta_2 \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-\frac{q_2}{\sigma_2}}} \right)$$

donde:

V_1:	Velocidad de vehículos livianos, en km/h, en la dirección 1
q_1, q_2:	Flujo en vehículos equivalentes por hora en el mismo sentido y en el sentido contrario respectivamente
a, b, β_1, β_2, μ_1, σ_1, σ_2:	Parámetros de la función

En este caso, el valor de $\mu 1$ representa el nivel del flujo en la dirección 1 (para cualquier partición por sentido) en que la velocidad tiene su mayor decrecimiento. El valor de $\sigma 1$, está asociado al rango de flujo en que se produce el mayor decrecimiento de la velocidad. El valor de $\mu 2$ representa el flujo exacto en que el efecto marginal del flujo en el sentido opuesto es máximo y el valor de $\sigma 2$ es positivo y está asociado al rango del flujo entre 0 y el valor en que el efecto marginal es despreciable. Como se puede apreciar, los flujos por sentido en la función definida deben ser expresados en vehículos equivalentes, para lo cual se indican los factores de equivalencia asociados a cada camino tipo.

Las funciones flujo - velocidad se desarrollaron sobre la base de una categorización de los caminos de acuerdo a sus características geométricas medias (curvatura horizontal y pendiente), abarcando todas las posibles combinaciones que pueden presentarse en los caminos chilenos. Con esto, se obtuvo un grupo de funciones para cada categoría de camino (una por cada tipo de vehículo) independizándose de las variables geométricas dentro de la formulación. Los rangos geométricos considerados, a partir de los cuales se generaron las siguientes doce categorías de caminos en calzada simple:

CUADRO 7.1-1: CLASIFICACIÓN CAMINOS CALZADA SIMPLE

Categoría	Tipo de Calzada	Curvatura Media (º/km)			Pendiente Media (%)		
		Calificativo	Rango	Valor Adoptado	Calificativo	Rango	Valor Adoptado
1	Simple	C	0 – 30	20	B	0 – 2	1
2	Simple	B	30 – 70	50	B	0 – 2	1
3	Simple	M	70 – 120	90	B	0 – 2	1
4	Simple	A	Más de 120	150	B	0 – 2	1
5	Simple	C	0 – 30	20	M	2 – 3	2,5
6	Simple	B	30 – 70	50	M	2 – 3	2,5
7	Simple	M	70 – 120	90	M	2 – 3	2,5
8	Simple	A	Más de 120	150	M	2 – 3	2,5
9	Simple	C	0 – 30	20	A	Más de 3	4
10	Simple	B	30 – 70	50	A	Más de 3	4
11	Simple	M	70 – 120	90	A	Más de 3	4
12	Simple	A	Más de 120	150	A	Más de 3	4

Fuente: Análisis y desarrollo evaluación sistema de transporte interurbano: VII Etapa, ESTRASUR (Sectra, 1999)

En la siguiente tabla se presentan los valores de los coeficientes de la función para cada tipo de camino, junto con los valores de los factores de equivalencia.

CUADRO 7.2-1: PARÁMETROS FUNCIONES FLUJO - VELOCIDAD

Coeficientes	Cam. 1	Cam. 2	Cam. 3	Cam. 4	Cam. 5	Cam. 6
a	33.90	29.97	24.14	21.04	36.61	31.70
b	0.00072	0.00097	0.00210	0.00200	0.00078	0.00099
β_1	49.69	47.86	42.78	37.28	48.68	46.91
μ_1	1969.7	1859.1	1818.4	1637.3	1969.6	1847.4
σ_1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
β_2	15.76	10.97	17.10	16.80	11.42	13.67
μ_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
σ_2	290.1	163.5	2013.1	1644.9	188.2	73.0
Factores de Equivalencia						
Cam. Articulados	2.5	2.95	4.05	5	2.5	2.95
Cam. Simples	1.7	1.85	2.55	3.5	1.7	1.85
Buses	1.6	1.7	2.4	3.4	1.6	1.7
Coeficientes	**Cam. 7**	**Cam. 8**	**Cam. 9**	**Cam. 10**	**Cam. 11**	**Cam. 12**
a	25.03	21.28	35.85	31.18	26.92	21.83
b	0.00210	0.00213	0.00100	0.00169	0.00210	0.00193
β_1	42.50	37.24	43.18	43.52	40.12	35.72
μ_1	1818.1	1624.9	1970.3	1808.7	1809.2	1626.7
σ_1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
β_2	15.25	15.90	21.16	16.25	16.74	16.96
μ_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
σ_2	2529.8	1660.5	615.6	1571.0	1593.7	1268.2
Factores de Equivalencia						
Cam. Articulados	4.05	5	2.5	3	4.05	5.1
Cam. Simples	2.55	3.5	1.7	1.85	2.55	3.5
Buses	2.4	3.4	1.6	1.7	2.4	3.4

Fuente: Análisis y desarrollo evaluación sistema de transporte interurbano: VII Etapa. ESTRASUR (Sectra. 1999)

Mediante la formulación anterior se obtuvo la disminución de velocidad de los caminos de calzada simple producto del flujo en contra. Este valor fue incorporado como costo en tiempo en la formulación del modelo Saturn, es decir se incorporó una variable KNOB (6, 7 y 8) para cada tipo de vehículo que considera este efecto.

7.1.3 Tipología de usuarios

En este ámbito se debe considerar la segmentación que se aplicará a las tipologías vehiculares, particularmente a aquellas que no se considerarán como rutas fijas.

En el presente estudio se propone considerar a los buses interurbanos y taxis colectivos como rutas fijas, en tanto vehículos livianos (vl) y camiones se consideraron como modos asignables.

Los vehículos livianos se asignan mediante una función de costo de viaje que considera tarifa, aumento de tiempo de viaje por efecto del flujo en contra y tiempo de viaje:

$$C_a^{vl} = (T_a^{vl} + VST^{vl} \cdot \Delta V_a + VST^{vl} \cdot t_a) \cdot (1 + \propto \cdot \theta_a)$$

VST^{vl}: Valor subjetivo del tiempo de usuarios vl,
T_a^{vl}: Tarifa para el modo vl en arco a,
ΔV_a: Tiempo adicional por efecto de flujo en contra,
$\alpha, \theta_a \alpha, \theta_a$: parámetros.

El VST se obtuvo a partir de un estudio de preferencias declaradas como parte del estudio, Los valores obtenidos fueron los siguientes:

	Normal
Vehículos Livianos	129 $/min
Camiones de dos ejes	136 $/min
Camiones de más de dos ejes	525 $/min

Dado que se propone un criterio de asignación de tipo estocástico, en cada iteración del proceso se estimará un valor aleatorio para cada arco, el que tendrá distribución de error uniforme θ_a, con un factor controlador α que asegura que el costo poseerá un valor mínimo y máximo no superior a cierto porcentaje con respecto al valor medio.

En el caso de los camiones se utiliza una función de costo de viaje por arco de la forma:

$$C_a^{ca} = (COp_a^{ca} + T_a^{ca} + VST^{ca} \cdot \Delta V_a + VST^{ca} \cdot t_a) \cdot (1 + \propto \cdot \theta_a)$$

COp_a^{ca} Corresponde al costo de operación, en tanto T_a^{ca} corresponde a la tarifa (peaje) en el arco a y ΔV_a el aumento de tiempo en el arco a por efecto del flujo en contra.

7.1.4 Períodos de Modelación

El modelo de redes calibrado es un modelo que simula los viajes del día, consistente con el lapso horario medidos en los estudios de base del estudio (12 horas).

7.1.5 Ajuste parámetros arcos red vial de modelación

Ciertamente para efectos de modelación de la asignación se deben incorporar parámetros adecuados que permitan asignar pasadas vehiculares durante un lapso de 12 horas en la red vial cuyas capacidades se expresan en términos horarios. En efecto, se requeriría "adaptar" el modelo de transporte de forma que no se generen distorsiones en las velocidades de operación estimadas por los modelos, consecuencia de las restricciones que impone la capacidad horaria requerida por el modelo.

En este sentido debe tenerse en cuenta que la formulación utilizada por Saturn para la estimación de los tiempos de viaje por arco es la siguiente:

$$t = t_0 + (t_C - t_0)\left(\frac{q}{Cap}\right)^n \text{ [1]}$$

donde t_0 es el tiempo a flujo libre, t_C es el tiempo a capacidad, q el flujo vehicular, Cap la capacidad del arco y n un parámetro.

De la expresión anterior si los tiempos son iguales, vale decir, $t_0 = t_C$ se obtiene que la velocidad de operación es constante e igual a la velocidad a flujo libre, sin importar la capacidad del arco vial, ni el flujo que transita por él.

Esta será la forma de codificar los tiempos de viaje en los arcos, es decir se considerarán velocidades a flujo libre y a capacidad iguales a las medidas o en su defecto estimadas exógenamente mediante modelos basados en las características físicas-operativas de los arcos.

[1] FUENTE: Manual Saturn

7.2 Calibración Rutas Fijas

La metodología de calibración de la red de modelación considera separadamente el ajuste del flujo fijo del flujo asignable. Es importante recordar que se cuenta con información de flujos vehiculares obtenidos como parte del estudio, los que permitirán efectuar el proceso de ajuste.

Por ello, en esta etapa se realizó la calibración de rutas fijas, las cuales fueron ajustadas para las siguientes categorías:

- Buses Interurbanos
- Taxis colectivos

Las líneas identificadas presentan un conjunto de frecuencias operacionales catastradas (o simplemente iniciales) por período *(P)* y corresponden a los valores iniciales en el proceso de calibración $\left(f_{inicial}^{P,i}\right)$. La sumatoria en arco *(l)* de estos valores iniciales, en cada modo *(m)* y período *(P)* y que se denomina FC_m^P puede expresarse como:

$$FC_m^P = \sum_{i,l} f_{inicial}^{P,i} \quad con\ l \in L\ (arcos\ de\ la\ red\ de\ modelación) \quad (1)$$

La determinación de las frecuencias definitivas $\left(f_{mod}^{P,i}\right)$ por línea *i* y período *P* se ha realizado contrastando la sumatoria de frecuencias por línea en arcos donde existen flujos observados (conjunto AFO), para cada modo (*m*), lo que puede expresarse como:

$$FM_m^P = \sum_{i,j} f_{\mathrm{mod}}^{P,i} \quad con\ j \in AFO\ donde\ AFO \subseteq L \quad (2)$$

Utilizando la herramienta *Solver* de Excel, que opera optimizando una función objetivo sujeta a una serie de restricciones (como un problema de programación lineal), se minimiza el módulo de la diferencia entre flujos observados y frecuencias iniciales agregadas por arco, en un conjunto acotado de arcos de la red (AFO). Lo anterior puede expresarse como:

$$Min\ |FM_m^P - FC_m^P| \quad (3)$$

Las restricciones de este PPL corresponden a que la frecuencia modelada de cada línea debe ser no negativa y menor que un cierto umbral o frecuencia máxima $\left(F_{mod}^{P,i}\right)$, todo lo cual puede expresarse como:

$$f_{\text{mod}}^{P,i} \geq 0 \wedge f_{\text{mod}}^{P,i} \leq F_{\text{mod}}^{P,j} \qquad (4)$$

En este caso, las rutas fijas incorporadas corresponderán a las líneas de buses interurbanos y taxis colectivos que fueron identificadas en la base de datos entregada por la Seremi de la Región, no obstante, para lograr un adecuado nivel de ajuste en las rutas fijas, fue necesario incluir nuevos trazados no contemplados preliminarmente.

Se crearon nuevas rutas en función de los flujos obtenidos en terreno. El detalle tanto de los trazados originales (ID Saturn 1000 a 1625, 3000 a 3287 y 2000-2349) como de los ficticios (ID Saturn 1900 a 1913, 3288 a 3293 y 2500-2504) se presenta en el anexo digital.

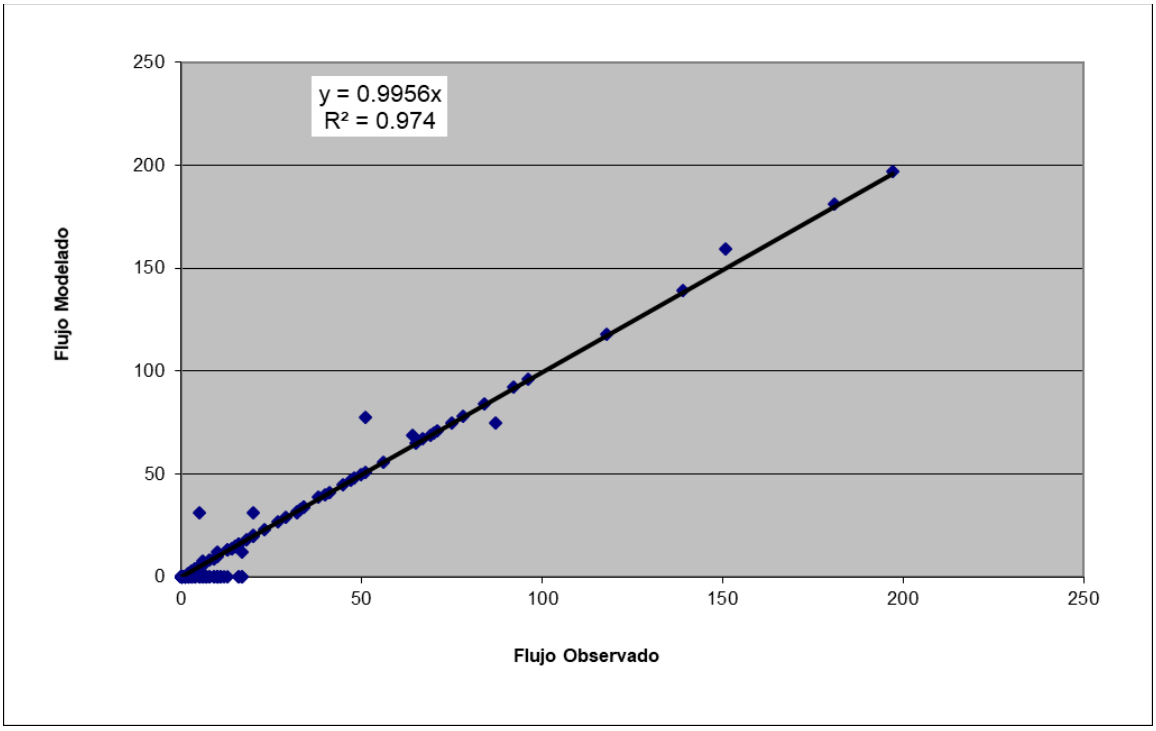
Para expresar el grado de ajuste o error de la optimización, se realizó una regresión lineal entre los valores modelados y observados. El cuadro siguiente expone los resultados alcanzados para cada periodo de análisis, mientras que las regresiones lineales se presentan en las figuras a continuación. Un mayor detalle del proceso realizado se puede ver en el Anexo 7.2.

CUADRO 7.2-1: GRADO DE AJUSTE RUTAS FIJAS

Indicadores de bondad de ajuste	Taxibuses	Taxis colectivos	Buses Interurbano
Número de rutas fijas	652	351	288
R^2 Y = B*X	0,974	0,9816	0,9847
Coef. B	0,9956	0,9832	0.9889
GEH promedio	1,33	1,24	0,77

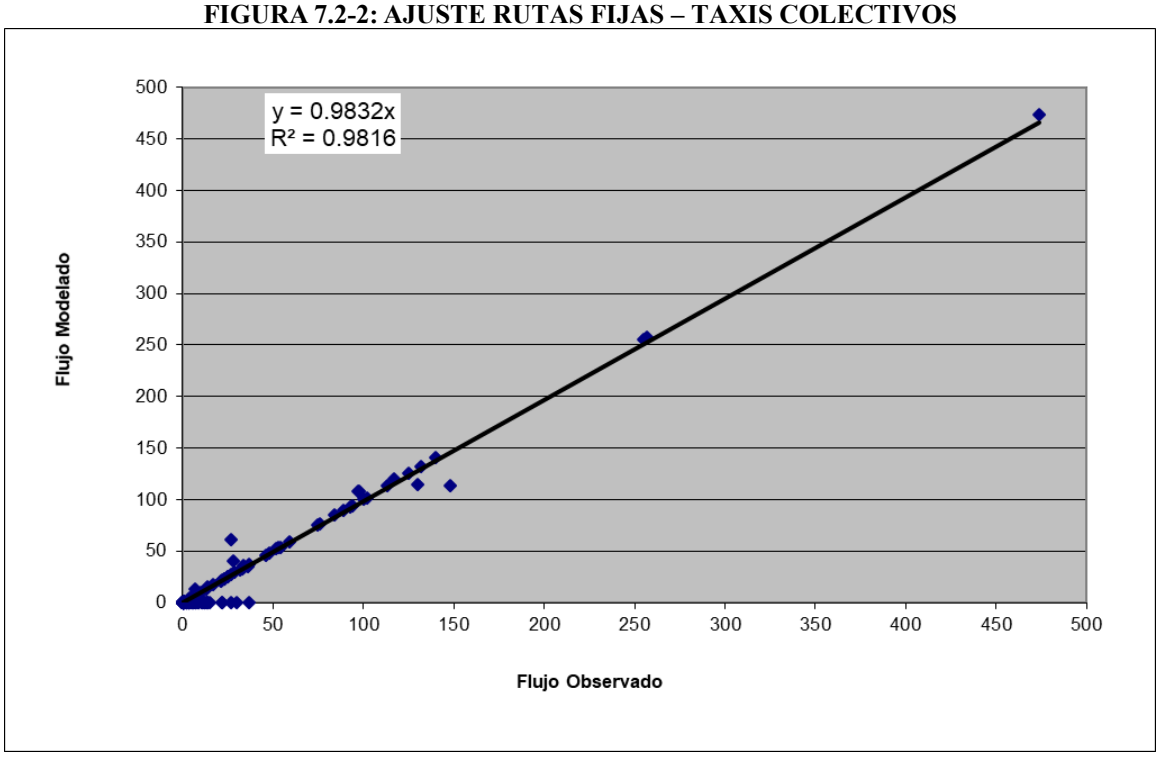
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7.2-1: AJUSTE RUTAS FIJAS – TAXIBUSES



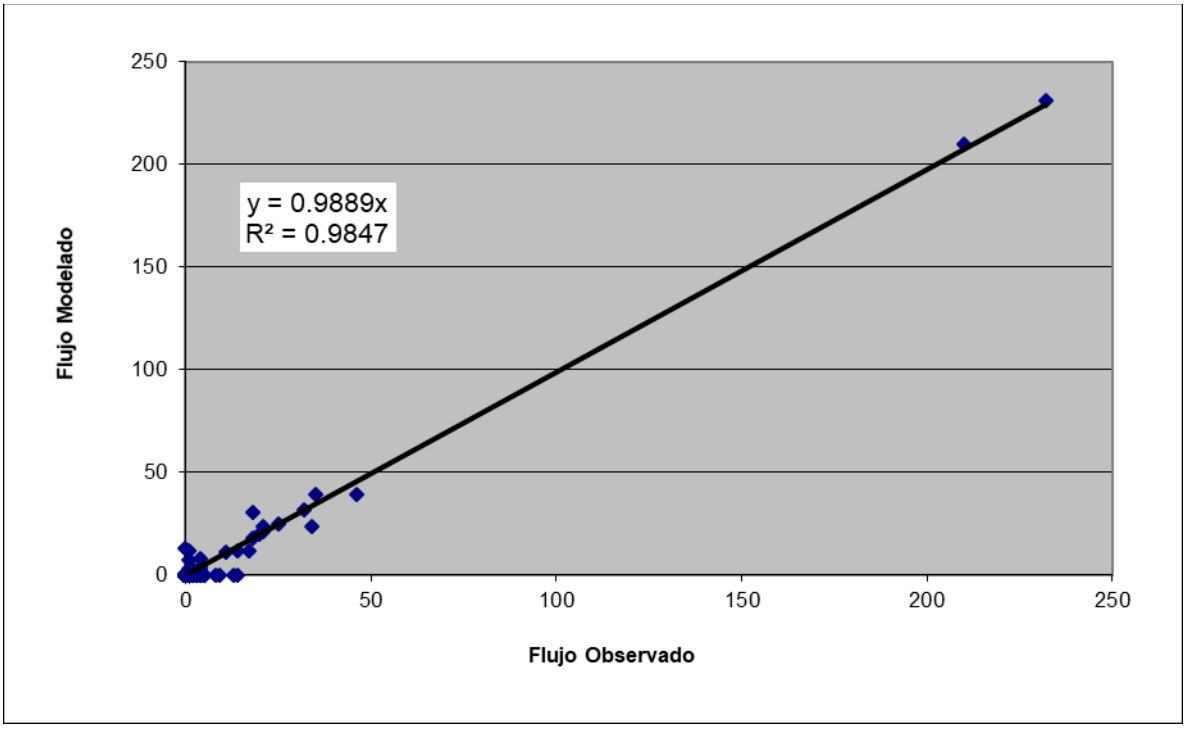
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7.2-2: AJUSTE RUTAS FIJAS – TAXIS COLECTIVOS



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 7.2-1: AJUSTE RUTAS FIJAS – BUSES INTERURBANOS



Fuente: Elaboración Propia

En los siguientes cuadros se muestra el detalle de las frecuencias de rutas fijas obtenidas después del proceso de ajuste de conteos y frecuencias. Los valores mostrados están en vehículos por 12 horas.

CUADRO 7.2-3: FRECUENCIAS AJUSTADAS TAXIBUSES [BUSES/12 HORAS]

Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec
1000	0		1052	9		1104	5		1156	0		1208	9		1260	0		1312	7
1001	0		1053	0		1105	0		1157	0		1209	0		1261	0		1313	0
1002	0		1054	3		1106	12		1158	0		1210	2		1262	0		1314	0
1003	0		1055	0		1107	0		1159	0		1211	0		1263	0		1315	0
1004	0		1056	6		1108	17		1160	0		1212	0		1264	0		1316	105
1005	0		1057	0		1109	0		1161	0		1213	0		1265	0		1317	0
1006	0		1058	6		1110	5		1162	0		1214	0		1266	0		1318	92
1007	0		1059	0		1111	0		1163	0		1215	0		1267	0		1319	0
1008	0		1060	1		1112	0		1164	0		1216	0		1268	0		1320	2
1009	0		1061	0		1113	0		1165	0		1217	0		1269	0		1321	0
1010	0		1062	0		1114	0		1166	0		1218	0		1270	24		1322	4
1011	0		1063	0		1115	0		1167	0		1219	0		1271	0		1323	0
1012	2		1064	0		1116	69		1168	0		1220	0		1272	0		1324	10
1013	0		1065	0		1117	0		1169	0		1221	0		1273	0		1325	0
1014	31		1066	2		1118	0		1170	0		1222	0		1274	0		1326	7
1015	0		1067	0		1119	0		1171	0		1223	0		1275	0		1327	0
1016	2		1068	0		1120	0		1172	0		1224	0		1276	21		1328	2
1017	0		1069	0		1121	0		1173	0		1225	0		1277	0		1329	0
1018	2		1070	0		1122	0		1174	0		1226	8		1278	26		1330	0
1019	0		1071	0		1123	0		1175	0		1227	0		1279	0		1331	0
1020	0		1072	0		1124	0		1176	17		1228	7		1280	0		1332	0
1021	0		1073	0		1125	0		1177	0		1229	0		1281	0		1333	0
1022	6		1074	0		1126	0		1178	24		1230	12		1282	6		1334	0
1023	0		1075	0		1127	0		1179	0		1231	0		1283	0		1335	0
1024	0		1076	0		1128	0		1180	2		1232	2		1284	9		1336	0
1025	0		1077	0		1129	0		1181	0		1233	0		1285	0		1337	0
1026	0		1078	0		1130	0		1182	0		1234	2		1286	0		1338	0
1027	0		1079	0		1131	0		1183	0		1235	0		1287	0		1339	0
1028	40		1080	7		1132	0		1184	0		1236	0		1288	0		1340	5
1029	39		1081	0		1133	0		1185	0		1237	0		1289	0		1341	0
1030	0		1082	7		1134	0		1186	0		1238	0		1290	0		1342	0
1031	0		1083	0		1135	0		1187	0		1239	0		1291	0		1343	0
1032	0		1084	0		1136	0		1188	0		1240	8		1292	0		1344	0
1033	0		1085	0		1137	0		1189	0		1241	0		1293	0		1345	0
1034	0		1086	0		1138	0		1190	0		1242	0		1294	0		1346	2
1035	0		1087	0		1139	0		1191	0		1243	0		1295	0		1347	0
1036	0		1088	0		1140	4		1192	29		1244	0		1296	0		1348	0
1037	0		1089	0		1141	0		1193	0		1245	0		1297	0		1349	0
1038	0		1090	0		1142	0		1194	0		1246	0		1298	3		1350	0
1039	0		1091	0		1143	0		1195	0		1247	0		1299	0		1351	0
1040	0		1092	0		1144	16		1196	3		1248	0		1300	2		1352	0
1041	0		1093	0		1145	0		1197	0		1249	0		1301	0		1353	0
1042	0		1094	0		1146	0		1198	0		1250	2		1302	6		1354	0
1043	0		1095	0		1147	0		1199	0		1251	0		1303	0		1355	0
1044	0		1096	0		1148	0		1200	11		1252	2		1304	0		1356	0
1045	0		1097	0		1149	0		1201	0		1253	0		1305	0		1357	0
1046	9		1098	0		1150	12		1202	0		1254	0		1306	0		1358	0
1047	0		1099	0		1151	0		1203	0		1255	0		1307	0		1359	0
1048	0		1100	0		1152	0		1204	0		1256	0		1308	0		1360	0
1049	0		1101	0		1153	0		1205	0		1257	0		1309	0		1361	0
1050	9		1102	3		1154	2		1206	0		1258	0		1310	25		1362	0
1051	0		1103	0		1155	0		1207	0		1259	0		1311	0		1363	0

Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec
1364	0		1408	0		1460	0		1512	0		1638	41		1612	0
1365	0		1409	0		1461	0		1513	0		1639	34		1613	0
1366	15		1410	0		1462	0		1514	0		1562	0		1614	0
1367	0		1411	0		1463	0		1515	0		1563	0		1615	0
1368	0		1412	0		1464	0		1516	0		1564	0		1616	0
1369	0		1413	0		1465	0		1517	0		1565	0		1617	0
1370	1		1414	0		1466	0		1518	0		1566	0		1618	0
1371	0		1415	0		1467	0		1519	0		1567	0		1619	0
1372	2		1416	0		1468	0		1520	0		1568	0		1620	0
1373	0		1417	0		1469	0		1521	0		1569	0		1621	0
1374	2		1418	0		1470	0		1522	0		1570	0		1622	0
1375	0		1419	0		1471	0		1523	0		1571	0		1623	0
1376	0		1420	0		1472	0		1524	0		1572	0		1624	0
1377	0		1421	0		1473	0		1525	0		1573	0		1625	0
1378	1		1424	0		1474	0		1526	0		1574	0		1900	56
1379	0		1425	0		1475	0		1527	0		1575	0		1901	2
1380	2		1426	0		1476	0		1528	0		1576	0		1902	108
1381	0		1427	0		1477	0		1529	0		1577	0		1903	82
1382	4		1428	0		1478	0		1530	0		1578	0		1904	96
1383	0		1429	0		1479	0		1531	0		1579	0		1905	71
1384	0		1430	0		1480	0		1532	0		1580	0		1906	20
1385	0		1431	0		1481	0		1533	0		1581	0		1907	181
1386	0		1432	0		1482	0		1534	0		1582	0		1908	20
1387	0		1433	0		1483	0		1535	0		1583	0		1909	15
1388	0		1434	0		1484	0		1536	0		1584	0		1910	23
1389	0		1435	0		1485	0		1537	0		1585	0		1911	46
1390	0		1436	0		1486	0		1538	0		1586	0		1912	66
1391	0		1437	0		1487	0		1539	0		1587	0		1913	50
1392	0		1634	13		1488	0		1540	0		1588	0			
1393	0		1635	14		1489	0		1541	0		1589	0			
1394	0		1438	0		1490	0		1542	0		1590	0			
1395	0		1439	0		1491	0		1543	0		1591	0			
1396	2		1440	0		1492	0		1544	0		1592	0			
1397	0		1441	0		1493	0		1545	0		1593	0			
1398	0		1442	0		1494	0		1546	0		1594	0			
1399	0		1443	0		1495	0		1547	0		1595	0			
1400	4		1444	0		1496	0		1548	0		1596	0			
1401	0		1445	0		1497	0		1549	0		1597	0			
1402	1		1446	0		1498	0		1550	0		1598	0			
1403	0		1447	0		1499	0		1551	0		1599	0			
1404	0		1448	0		1500	0		1552	0		1600	0			
1405	0		1449	0		1501	0		1553	0		1601	0			
1406	0		1450	0		1502	0		1554	0		1602	0			
1407	0		1451	0		1503	0		1555	0		1603	0			
1626	5		1452	0		1504	0		1556	0		1604	0			
1627	6		1453	0		1505	0		1557	0		1605	0			
1628	7		1454	0		1506	0		1558	0		1606	0			
1629	8		1455	0		1507	0		1559	0		1607	0			
1630	9		1456	0		1508	0		1560	0		1608	0			
1631	10		1457	0		1509	0		1561	0		1609	0			
1632	11		1458	0		1510	0		1636	15		1610	0			
1633	12		1459	0		1511	0		1637	16		1611	0			

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.2-2: FRECUENCIAS AJUSTADAS TAXIS COLECTIVOS [TXC/12 HORAS]

Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec
2000	0		2052	41		2108	28		2160	0		2212	0		2264	22		2316	0
2001	0		2053	58		2109	57		2161	0		2213	0		2265	29		2317	0
2002	0		2054	0		2110	78		2162	0		2214	0		2266	10		2318	0
2003	0		2055	0		2111	43		2163	0		2215	0		2267	17		2319	0
2004	46		2056	0		2112	0		2164	0		2216	0		2268	0		2320	0
2005	50		2057	0		2113	0		2165	0		2217	0		2269	0		2321	0
2006	27		2058	28		2114	0		2166	0		2218	0		2270	0		2322	0
2007	57		2059	57		2115	0		2167	0		2219	0		2271	0		2323	0
2008	80		2060	78		2116	0		2168	0		2220	0		2272	0		2324	0
2009	43		2061	43		2117	0		2169	0		2221	0		2273	0		2325	0
2010	0		2062	0		2118	51		2170	0		2222	0		2274	0		2326	0
2011	0		2063	0		2119	62		2171	0		2223	0		2275	0		2327	0
2012	0		2064	0		2120	79		2172	0		2224	0		2276	0		2328	0
2013	0		2065	0		2121	44		2173	0		2225	0		2277	0		2329	0
2014	0		2066	0		2122	78		2174	0		2226	0		2278	0		2330	0
2015	0		2067	0		2123	42		2175	0		2227	0		2279	0		2331	0
2016	0		2068	59		2124	0		2176	40		2228	0		2280	0		2332	0
2017	0		2069	40		2125	27		2177	10		2229	0		2281	0		2333	0
2018	0		2070	0		2126	0		2178	40		2230	0		2282	7		2334	0
2019	0		2071	0		2127	0		2179	12		2231	0		2283	10		2335	0
2020	52		2072	0		2128	0		2180	40		2232	0		2284	0		2336	33
2021	113		2073	0		2129	0		2181	12		2233	0		2285	0		2337	32
2022	0		2076	0		2130	46		2182	0		2234	0		2286	0		2338	0
2023	0		2077	0		2131	37		2183	0		2235	0		2287	0		2339	0
2024	28		2078	0		2132	108		2184	0		2236	0		2288	0		2340	0
2025	57		2079	0		2133	108		2185	0		2237	0		2289	0		2341	0
2026	80		2080	0		2134	0		2186	0		2238	0		2290	0		2342	0
2027	42		2081	0		2135	0		2187	0		2239	0		2291	0		2343	0
2028	0		2082	0		2136	0		2188	0		2240	0		2292	0		2344	0
2029	0		2083	0		2137	0		2189	17		2241	0		2293	0		2345	0
2030	0		2084	0		2138	0		2190	0		2242	0		2294	0		2346	0
2031	0		2085	0		2139	0		2191	0		2243	0		2295	0		2347	0
2032	13		2086	10		2140	0		2192	0		2244	7		2296	0		2348	0
2033	15		2087	9		2141	0		2193	0		2245	6		2297	0		2349	0
2034	21		2088	10		2142	0		2194	0		2246	0		2298	0		2500	89
2035	25		2089	9		2143	0		2195	0		2247	0		2299	0		2501	48
2036	0		2090	10		2144	4		2196	17		2248	0		2300	0		2502	59
2037	0		2091	9		2145	13		2197	10		2249	0		2301	0		2503	54
2038	47		2092	0		2146	0		2198	17		2250	0		2302	0		2504	53
2039	50		2093	0		2147	0		2199	5		2251	0		2303	0			
2040	23		2096	0		2148	0		2200	17		2252	0		2304	0			
2041	17		2097	0		2149	0		2201	10		2253	0		2305	0			
2042	5		2098	0		2150	7		2202	0		2254	0		2306	0			
2043	5		2099	0		2151	5		2203	0		2255	0		2307	0			
2044	0		2100	0		2152	0		2204	0		2256	0		2308	0			
2045	0		2101	0		2153	0		2205	0		2257	0		2309	0			
2046	5		2102	0		2154	0		2206	75		2258	0		2310	0			
2047	5		2103	0		2155	0		2207	76		2259	0		2311	0			
2048	0		2104	0		2156	0		2208	0		2260	0		2312	0			
2049	0		2105	0		2157	0		2209	0		2261	0		2313	0			
2050	0		2106	51		2158	0		2210	0		2262	0		2314	0			
2051	0		2107	63		2159	0		2211	0		2263	0		2315	0			

Fuente: Elaboración Propia

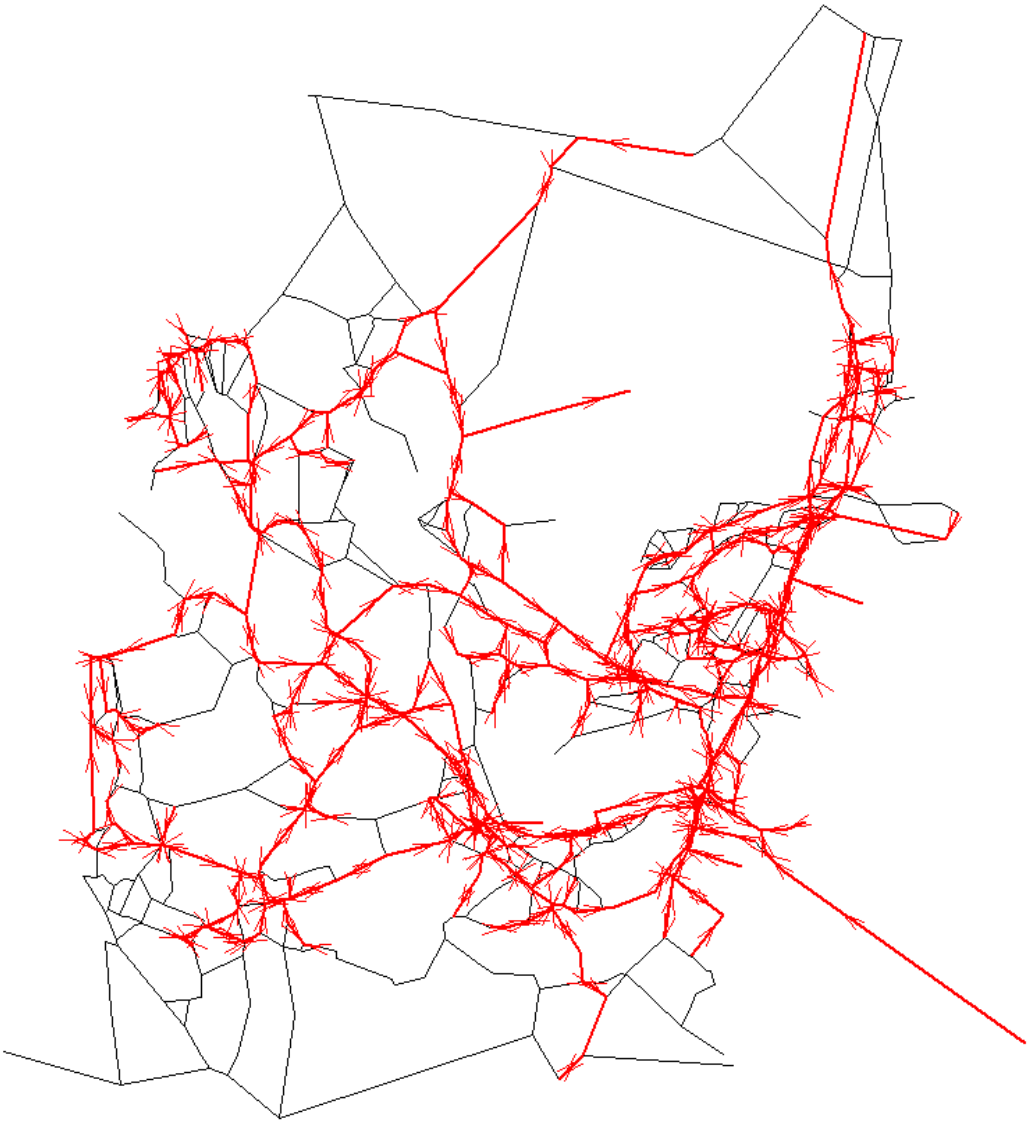
CUADRO 7.2-3: FRECUENCIAS AJUSTADAS BUSES INTERURBANOS [BUSES/12 HORAS]

Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec		Ruta	Frec
3000	0		3052	0		3104	0		3162	1		3214	2		3266	0
3001	0		3053	0		3105	0		3163	1		3215	4		3267	0
3002	8		3054	0		3106	0		3164	0		3216	3		3268	0
3003	0		3055	0		3107	0		3165	0		3217	2		3269	0
3004	0		3056	0		3108	0		3166	0		3218	0		3270	0
3005	0		3057	0		3109	0		3167	0		3219	0		3271	0
3006	0		3058	11		3110	0		3168	0		3220	0		3272	0
3007	0		3059	3		3111	0		3169	0		3221	0		3273	0
3008	0		3060	0		3112	0		3170	0		3222	0		3274	6
3009	0		3061	0		3113	0		3171	0		3223	0		3275	15
3010	0		3062	3		3114	0		3172	0		3224	0		3276	1
3011	0		3063	0		3115	0		3173	0		3225	0		3277	0
3012	0		3064	0		3116	0		3174	0		3226	0		3278	168
3013	0		3065	0		3117	0		3175	0		3227	0		3279	10
3014	0		3066	0		3118	0		3176	0		3228	0		3280	0
3015	0		3067	0		3119	0		3177	0		3229	0		3281	0
3016	0		3068	0		3120	0		3178	0		3230	0		3282	0
3017	0		3069	0		3121	0		3179	0		3231	0		3283	0
3018	0		3070	3		3122	0		3180	0		3232	0		3284	0
3019	0		3071	2		3123	0		3181	0		3233	0		3285	0
3020	0		3072	2		3124	0		3182	0		3234	0		3286	0
3021	0		3073	1		3125	0		3183	0		3235	0		3287	0
3022	0		3074	0		3126	0		3184	0		3236	2		3288	12
3023	0		3075	0		3127	0		3185	0		3237	2		3289	32
3024	0		3076	0		3128	0		3186	2		3238	1		3290	20
3025	0		3077	0		3129	0		3187	0		3239	1		3291	25
3026	0		3078	0		3130	0		3188	0		3240	3		3292	18
3027	0		3079	2		3131	0		3189	0		3241	0		3293	21
3028	0		3080	0		3132	0		3190	0		3242	0			
3029	0		3081	0		3133	0		3191	0		3243	0			
3030	0		3082	0		3134	156		3192	1		3244	0			
3031	0		3083	0		3135	4		3193	2		3245	0			
3032	0		3084	2		3138	0		3194	0		3246	0			
3033	0		3085	4		3139	0		3195	0		3247	0			
3034	0		3086	3		3140	3		3196	0		3248	0			
3035	0		3087	2		3141	1		3197	0		3249	0			
3036	0		3088	0		3142	0		3198	0		3250	0			
3037	0		3089	0		3143	3		3199	0		3251	0			
3038	0		3090	3		3144	0		3200	0		3252	0			
3039	0		3091	3		3145	0		3201	0		3253	0			
3040	17		3092	0		3146	2		3202	0		3254	15			
3041	0		3093	0		3147	1		3203	2		3255	4			
3042	17		3094	0		3148	0		3204	0		3256	0			
3043	0		3095	0		3149	0		3205	0		3257	0			
3044	0		3096	3		3152	0		3206	0		3258	0			
3045	0		3097	1		3153	0		3207	0		3259	0			
3046	0		3098	3		3154	0		3208	0		3260	0			
3047	0		3099	1		3155	0		3209	0		3261	0			
3048	0		3100	0		3156	0		3210	15		3262	0			
3049	0		3101	0		3157	0		3211	17		3263	0			
3050	0		3102	0		3160	0		3212	0		3264	0			
3051	0		3103	0		3161	3		3213	0		3265	0			

Fuente: Elaboración Propia

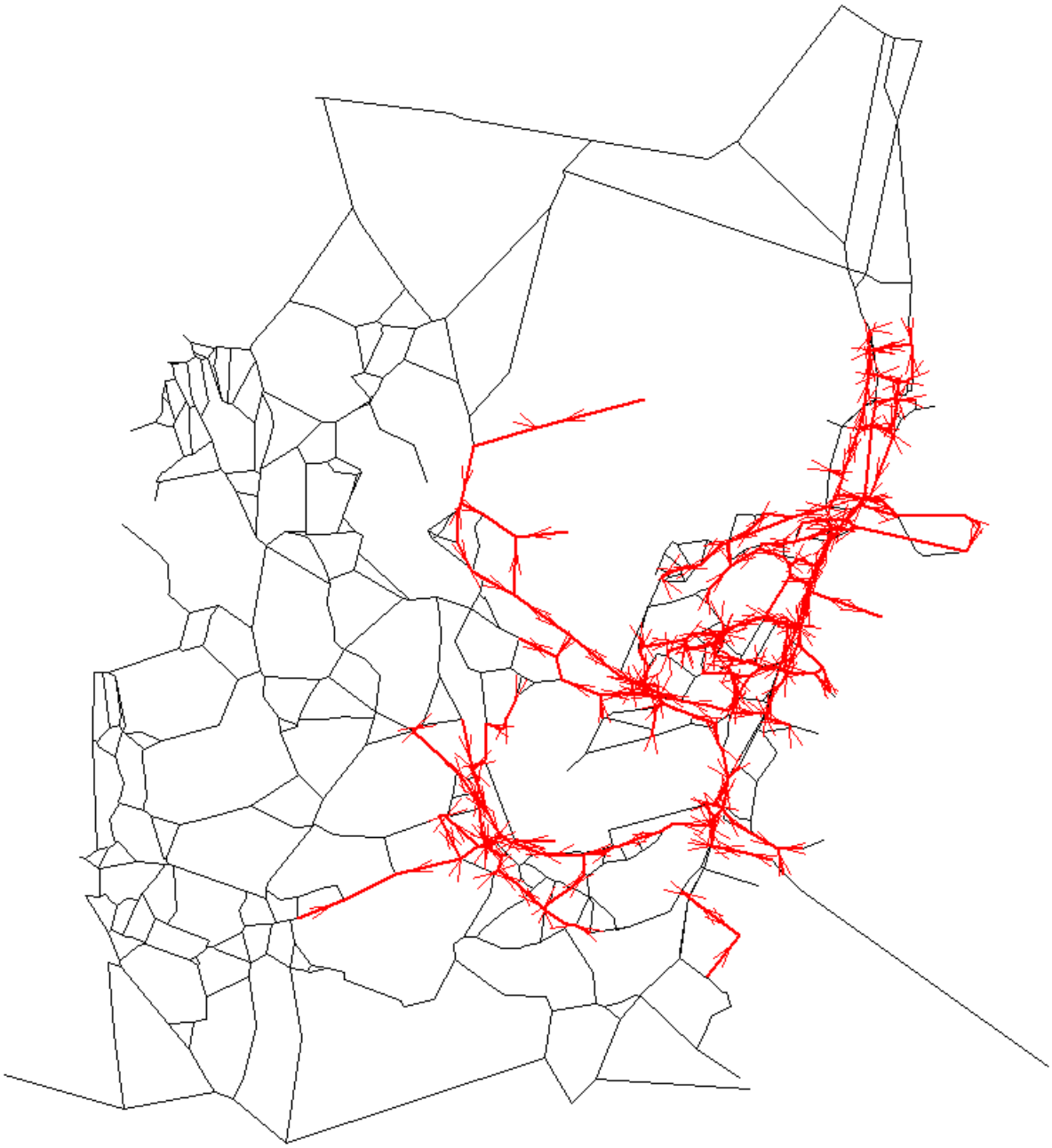
A continuación, se presenta la cobertura definitiva de las rutas fijas modeladas y una representación gráfica del flujo fijo obtenido.

FIGURA 7.2-3: COBERTURA DEFINITIVA DE TAXIBUSES



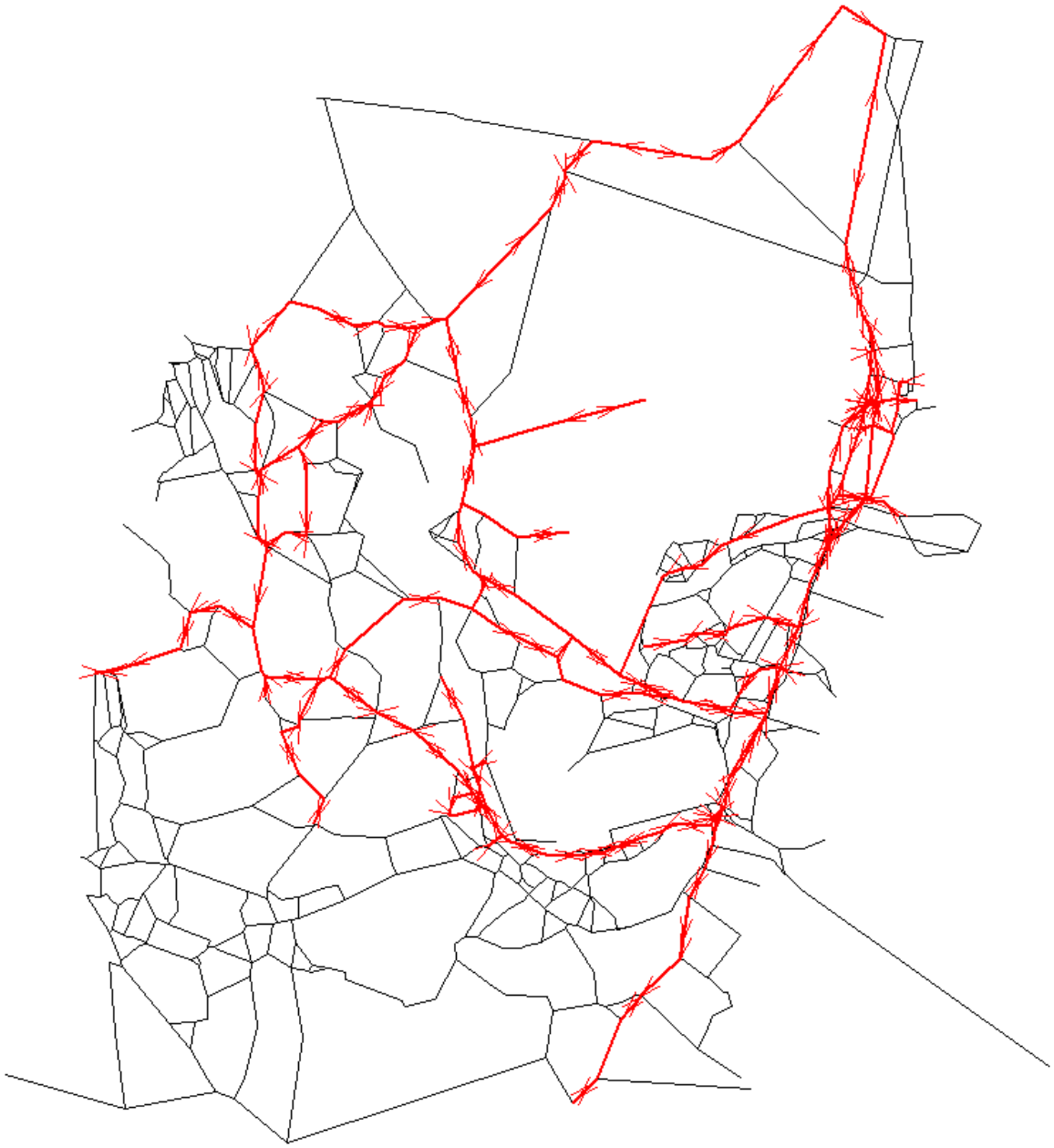
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7.2-4: COBERTURA DEFINITIVA DE TAXIS COLECTIVOS



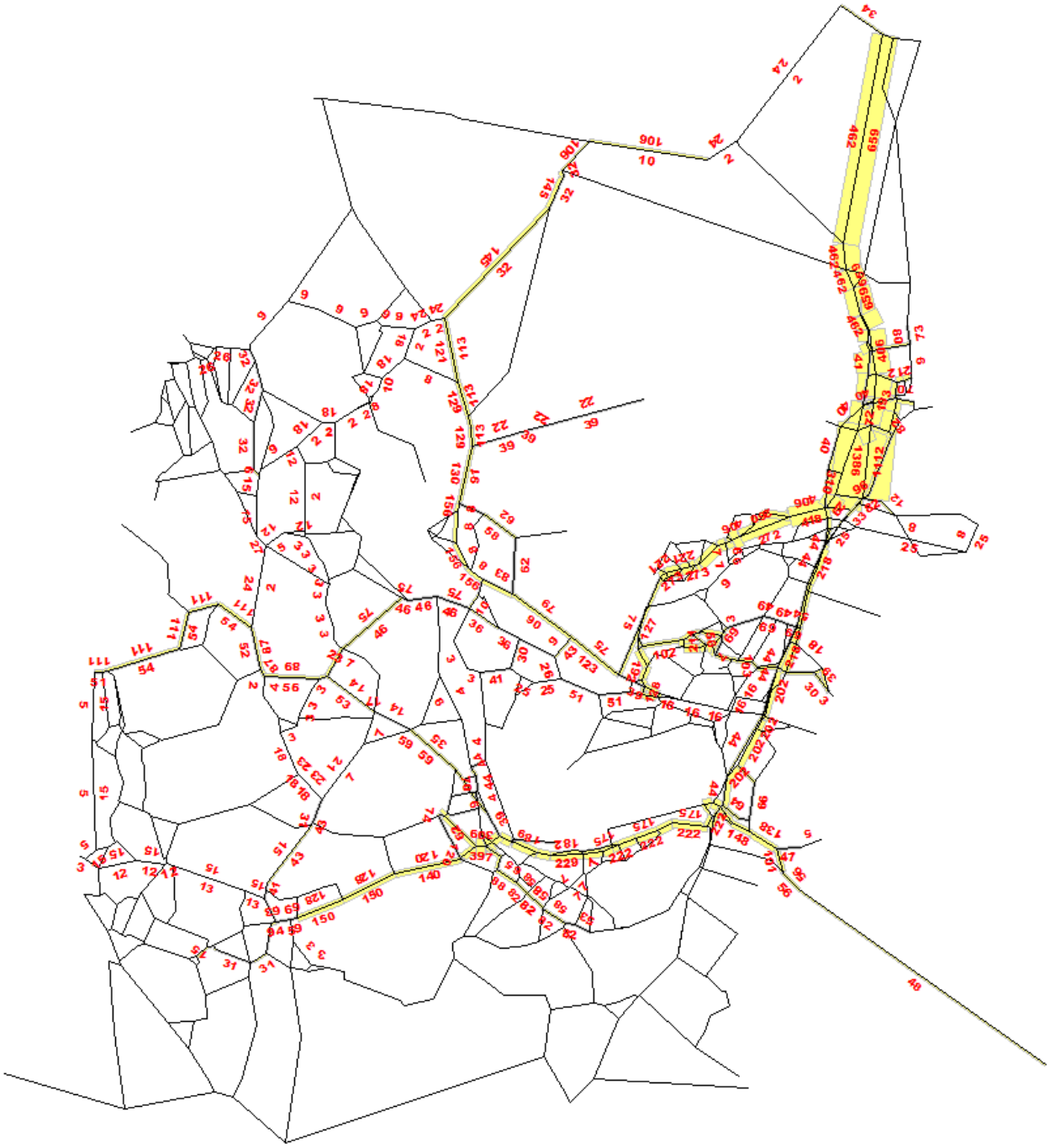
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7.2-3: COBERTURA DEFINITIVA DE BUSES INTERURBANOS



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7.2-5: FLUJO FIJO MODELADO (VEQ/12 H)



Fuente: Elaboración Propia

7.3 Calibración del Flujo Asignable

7.3.1 Principales Parámetros SATURN

A continuación se indican los principales parámetros utilizados en el proceso de asignación y estimación de matrices. Cabe señalar que estos valores son los tradicionalmente usados para este tipo de modelos:

- Asignación estocástica con factor SUET=0,25
- Se semillaron las matrices con SEED=0,1
- XAMAX=2,5
- Número de iteraciones SATME 2 = 2

El procedimiento de ajuste de matrices origen destino mediante SATME2, tiene como objetivo lograr que el modelo de asignación replique la estructura actual de flujos, lo que no está asegurado con la consolidación de matrices, pues las EOD's utilizadas no poseen la cobertura total de la red. Esta cobertura puede ser complementada con la información de conteos libres a partir de los puntos de medición considerados.

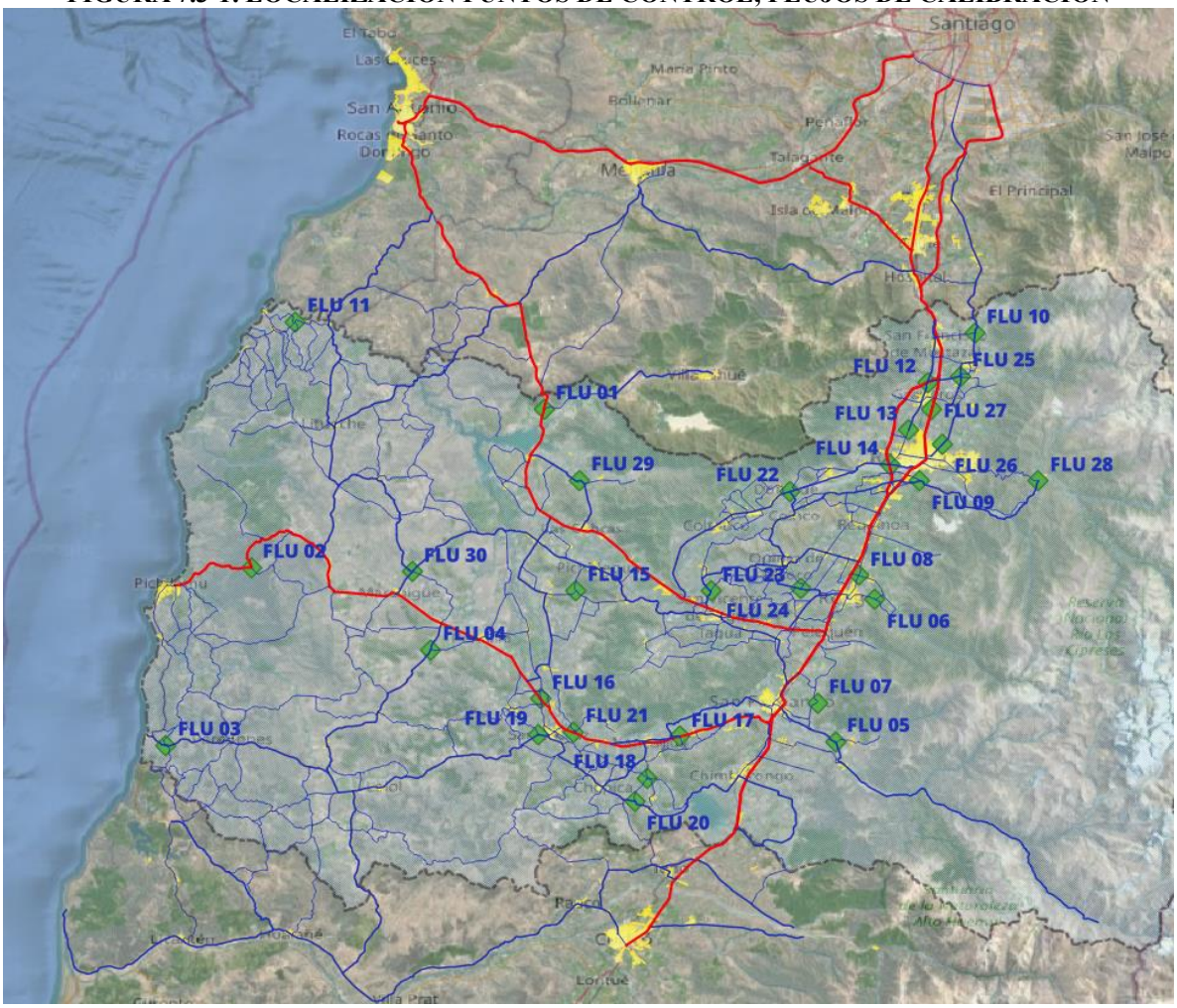
7.3.2 Flujos de Calibración

Para efectuar el proceso de calibración del flujo asignable, es necesario contar con mediciones de flujo vehicular; identificando periodo, tipo de vehículo y arco.

En este caso, se usaron las mediciones obtenidas como parte del estudio. La ubicación de estos puntos se presenta posteriormente.

A continuación, se presenta la lista completa de los conteos utilizados en el proceso de calibración, incluyéndose el valor del flujo en 12 horas de vehículos livianos (automóviles particulares y camionetas), camiones de dos ejes y camiones de más de dos ejes.

FIGURA 7.3-1: LOCALIZACIÓN PUNTOS DE CONTROL, FLUJOS DE CALIBRACIÓN



Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Earth

7.4 Consolidación de Matrices

Se utilizaron como punto de partida de las matrices a priori a utilizar en el proceso de calibración del modelo de asignación las matrices de viajes obtenidas de los estudios de base desarrollados como parte del estudio. Estos se especifican a continuación.

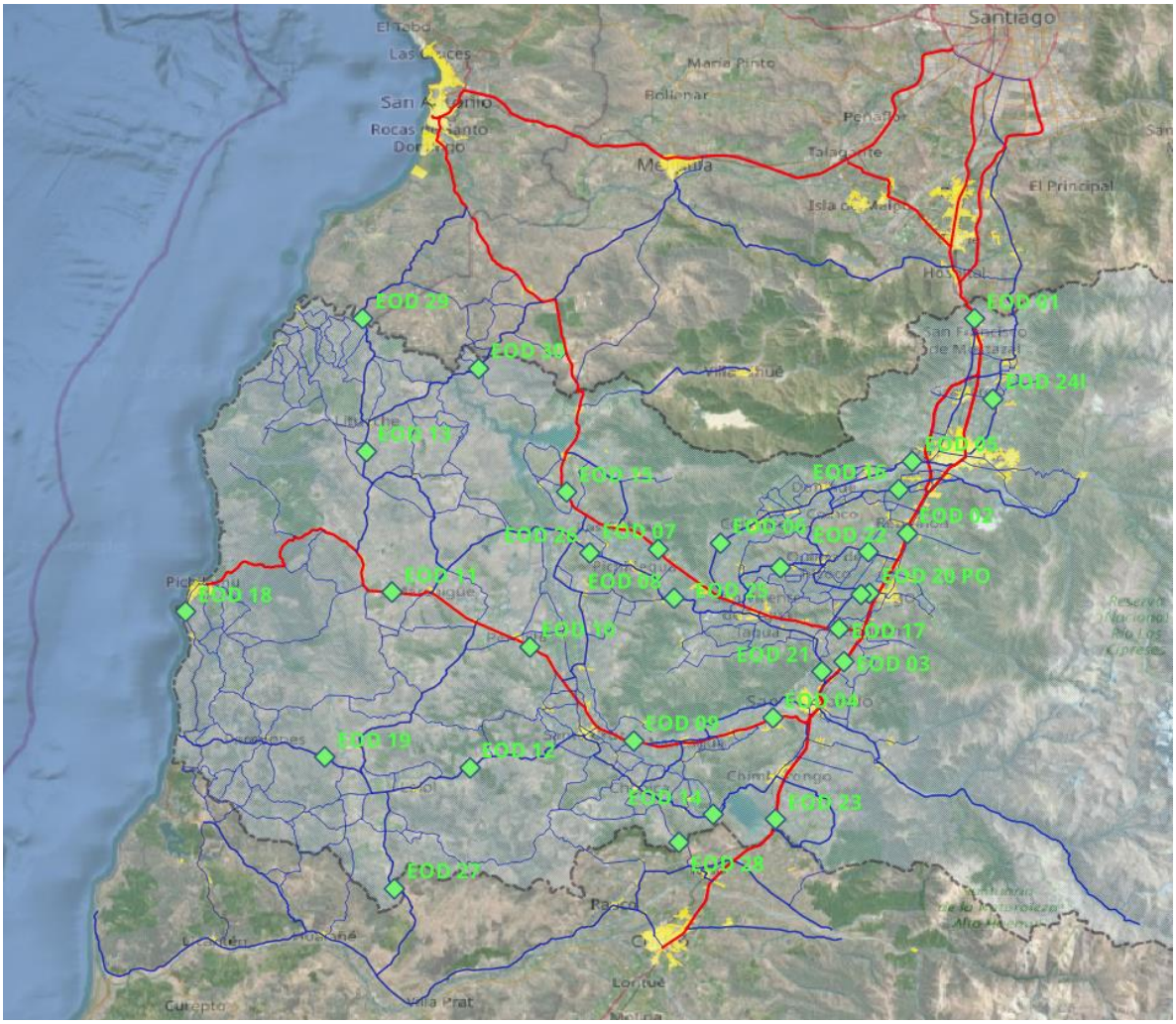
CUADRO 7.4-1: PUNTOS DE ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO

Punto de Control	Ubicación
1	Ruta 5 sector norte de la región, sector El Molino
2	Ruta 5 Entre Requínoa y El Rosario
3	Ruta 5 Entre Pelequén y Polonia
4	Ruta 90 al poniente de San José de Peñuelas
5	H-30 entre by-pass Rancagua y Punta de Cortés
6	H-30 sector Idahue
7	Ruta 66 al oriente Las Cabras
8	H-76-I al Oriente de Larmahue
9	Ruta 90 sector Cunaco
10	Ruta 90 al oriente de Peralillo
11	Ruta 90 entre Marchigüe y Alcones
12	I-72 al oriente de Lolol
13	I-80-G al sur de Litueche
14	I-86 al oriente de Auquinco
15	Ruta 66 entre El Manzano y Las Cabras
16	H-40 entre Olivar Alto y Olivar Bajo
17	Ruta 66 al poniente de Pelequén
18	I-502 entre Pichilemu y Cahuil
19	I-72 al Oriente de Paredones
20	H-60 al poniente de Rengo
21	I-90-H al norte Angostura
22	H-50 Entre Esmeralda y El Rosario
23	Ruta 5 al Norte Plaza peaje Quinta
24	H-15 entre Codegua y La Compañia
25	H-56 al poniente de Guacarhue
26	H-76-I al ponente de Pichidegua
27	J-70-I al sur de Ranguil
28	I-300-J limite regional
29	I-80-G sector el rincón
30	I-62-G sector comunidad de Quelentaro

Fuente: Elaboración Propia.

La distribución espacial de los puntos de encuestas O-D se presenta en la siguiente figura:

FIGURA 7.4-1: UBICACIÓN DE LAS ENCUESTAS EOD



Fuente: Elaboración Propia

Un proceso necesario para la obtención de la matriz a priori es la consolidación de la matriz obtenida a partir de las encuestas de interceptación. Una vez expandidas las matrices muestrales por punto de control, sentido y período, se procedió a la consolidación de las matrices generadas. Para esto se debe observar si la ubicación de los puntos de medición es tal, que los usuarios entre un cierto par O/D son captados en uno o varios puntos de muestreo por sentido de viaje.

En aquellos casos en que la ubicación de los puntos genera más de una estimación de los viajes por sentido de tránsito entre un cierto par O/D, es necesario integrar los distintos valores para así generar la mejor estimación del flujo en cuestión.

Al problema de integrar las distintas estimaciones de viajes para un mismo mercado O/D, se le conoce como "consolidación de matrices de viajes", y se le han dado distintas soluciones.

Dada la amplia cantidad de puntos de encuestas EOD y su distribución espacial, se optó por utilizar el modelo base generado para la región para estimar los porcentajes de viajes de un par O-D que cruzan los puntos de encuesta. Este valor equivale a la probabilidad (P) que un viaje entre el par de zonas i-j pase por el arco a (P_{ij}^{a}). De esta forma como aproximación del factor de consolidación de los viajes medidos se utilizó el factor ($\frac{1}{\sum_{a} P_{ij}^{a}}$).

La matriz con los factores que se utilizaron para la consolidación de las matrices de viajes obtenidas en los diferentes puntos de control, dada su gran dimensión se presenta en el Anexo 7.4.

Dada la magnitud de la extensión de la red vial de la Región de O'Higgins, los puntos de medición contemplados para la realización de encuestas de viajes Origen-Destino no cubrirán la totalidad de los viajes posibles entre pares de zonas. Por lo mismo en las bases de licitación se solicitó desarrollar una metodología que contemple "la existencia de flujos locales y de los pares origen-destino no cubiertos por las encuestas".

Para cumplir con este requerimiento se incorporaron viajes desde localidades menores a las cabeceras comunales más cercanas utilizando la población registrada en la base de los centros poblados del I.N.E y la tasa de generación por habitante promedio obtenida de la Encuesta Origen-Destino realizada como parte del estudio.

Los viajes estimados de esta manera se incorporan a la matriz de viajes desde aquellas localidades a su respectiva cabecera comunal. Ciertamente esto se realizó para aquellas localidades en que no hayan sido registrado sus movimientos vehiculares (es decir no hayan puntos de encuesta que los registren).

Similarmente en el caso de los camiones se obtuvo información del estudio Análisis y Estimación de la Demanda de Carga Interurbana (Sectra, 2010) en donde se obtuvo una

matriz de viajes de camiones a nivel comunal de los viajes interurbanos nacionales, en particular los que vinculan a la región de O'Higgins. Ciertamente la zonificación utilizada para la construcción de dicha matriz es de una escala mayor a la utilizada para este estudio, por lo que se aplicó una descomposición de dicha matriz de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$T_{ij} = T_{c1\,c2} \cdot \frac{Area_{i \in c1}}{Area_{c1}} \cdot \frac{Area_{j \in c2}}{Area_{c2}}$$

Donde: T_{ij} son los viajes de la zona i a la zona j
T_{ij} son los viajes de la comuna c1 a la comuna c2
$Area_{cx}$ es el área de la comuna x
$Area_{i \in cx}$ es el área de la zona i que pertenece a la comuna x

Como se puede apreciar la formulación anterior utilizó el tamaño de las zonas de origen y destino como variable de división de la matriz de viajes.

Aplicando esta metodología se obtuvieron los siguientes totales de viajes por periodo.

CUADRO 7.4-2: TOTAL VIAJES MATRICES A PRIORI [VIAJES/12 HORAS]

Veh. Livianos	Cam. de dos ejes	Cam. de más de dos ejes
125.349	17.360	17.871

Fuente: Elaboración Propia.

En el Anexo 7.4 se presenta el detalle de la estimación consolidada de viajes para cada uno de los periodos (matrices a priori). Para fijar ideas a continuación se presentan las matrices agregadas por sector. Para ello se utilizó una agrupación de las zonas de modelación (macrozonas) que se presenta más adelante:

CUADRO 7.4-3: MATRIZ O-D AGREGADA VEH LIVIANOS **[VIAJES/12 HORAS]**

O/D	Puertos	Melipilla	Santiago-Sur	Centro-Norte	Centro	Centro-Poniente	Centro-Oriente	Sur-Poniente	Sur-Oriente	Generación
Puertos	2.321	0	0	52	17	224	15	40	16	**2.684**
Melipilla	0	0	1.789	74	27	143	8	34	12	**2.087**
Santiago-Sur	57	7	324	4.409	1.063	622	6.918	925	2.712	**17.037**
Centro-Norte	96	0	1.630	15.916	3.601	331	1.817	432	2.134	**25.957**
Centro	263	39	1.218	3.281	5.587	1.429	5.243	2.576	407	**20.044**
Centro-Poniente	260	155	698	369	1.278	2.411	401	578	39	**6.191**
Centro-Oriente	164	18	2.197	3.087	4.917	294	8.836	1.718	4.233	**25.464**
Sur-Poniente	358	14	1.168	398	1.897	544	1.642	8.087	906	**15.014**
Sur-Oriente	903	33	4.356	1.598	260	40	2.764	871	46	**10.871**
Atracción	**4.423**	**266**	**13.380**	**29.183**	**18.647**	**6.037**	**27.645**	**15.262**	**10.504**	**125.349**

CUADRO 7.4-4: MATRIZ O-D AGREGADA CAMIONES DE DOS EJES **[VIAJES/12 HORAS]**

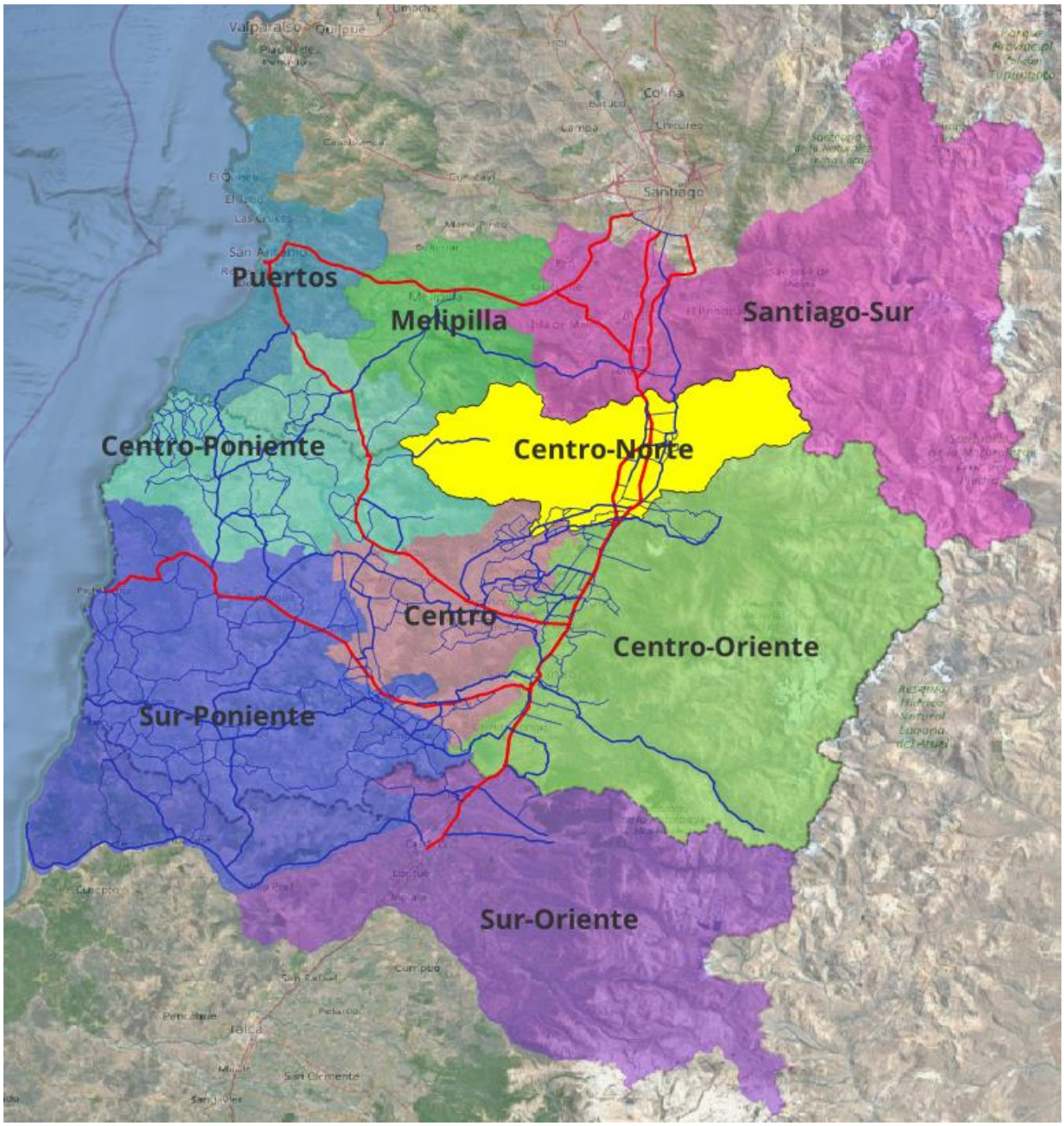
O/D	Puertos	Melipilla	Santiago-Sur	Centro-Norte	Centro	Centro-Poniente	Centro-Oriente	Sur-Poniente	Sur-Oriente	Generación
Puertos	5	0	5	83	45	43	34	27	21	**262**
Melipilla	0	0	0	0	1	26	7	0	0	**34**
Santiago-Sur	0	0	0	339	79	88	217	123	179	**1.026**
Centro-Norte	126	9	471	918	478	187	446	202	278	**3.115**
Centro	126	33	355	410	653	242	563	372	144	**2.898**
Centro-Poniente	78	22	343	261	408	377	187	227	107	**2.010**
Centro-Oriente	219	11	716	473	697	235	755	483	608	**4.198**
Sur-Poniente	71	6	250	185	393	140	524	953	223	**2.744**
Sur-Oriente	40	15	155	239	53	12	404	155	0	**1.072**
Atracción	**665**	**97**	**2.295**	**2.909**	**2.806**	**1.350**	**3.137**	**2.541**	**1.559**	**17.360**

CUADRO 7.4-5: MATRIZ O-D AGREGADA CAMIONES MÁS DE DOS EJES **[VIAJES/12 HORAS]**

O/D	Puertos	Melipilla	Santiago-Sur	Centro-Norte	Centro	Centro-Poniente	Centro-Oriente	Sur-Poniente	Sur-Oriente	Generación
Puertos	0	0	0	146	43	40	84	63	225	**600**
Melipilla	0	0	0	8	123	2	14	4	14	**164**
Santiago-Sur	0	0	13	249	153	22	313	55	258	**1.063**
Centro-Norte	176	109	626	535	273	120	540	187	382	**2.950**
Centro	198	28	471	291	391	150	409	329	256	**2.522**
Centro-Poniente	38	4	126	156	216	157	175	173	216	**1.261**
Centro-Oriente	349	17	1.314	699	454	165	1.264	314	1.067	**5.643**
Sur-Poniente	145	8	277	185	317	126	377	326	370	**2.131**
Sur-Oriente	203	12	303	370	33	2	517	80	18	**1.536**
Atracción	**1.109**	**178**	**3.130**	**2.638**	**2.002**	**786**	**3.693**	**1.530**	**2.806**	**17.871**

La zonificación agregada corresponde a las comunas que se muestran en la siguiente figura:

FIGURA 7.4-2: MACROZONAS



Fuente: Elaboración propia

7.5 Ajuste de Matrices

La calibración del modelo SATURN, dadas las características topológicas y operacionales presentadas en los puntos anteriores, pasó por varias fases. En primer lugar, se calibraron las frecuencias asociadas a las rutas fijas y dado que son recorridos que no dependen de los costos de las rutas (ya que es flujo no asignable), se realizó con anterioridad a la calibración del modelo propiamente tal.

Posteriormente, se efectuó la calibración la asignación de flujos en los arcos que reprodujeran los conteos de flujo vehicular. El tiempo de viaje de los arcos medidos es ingresado directamente a la red, el cual se consideró invariable con el flujo debido a los bajos niveles de flujo existentes.

La asignación de los viajes de la matriz origen-destino en la red generó un conjunto de flujos vehiculares en los distintos arcos que la componen. En este contexto, el proceso de calibración en este caso estuvo dirigido a intentar reproducir los conteos de flujo medidos. Dado el conjunto de simplificaciones que tienen implícito todos los modelos matemáticos como SATURN, no es factible lograr un ajuste perfecto, en consecuencia, se definieron umbrales de tolerancia para el error producido[2].

Por otra parte, existen dos estadísticos que son vitales para la toma de decisión respecto a la bondad del ajuste logrado. Estos corresponden al R^2 y el GEH.

El cuadro siguiente resume los indicadores de ajuste arrojados por SATME2 de SATURN de este último proceso de ajuste realizado a la calibración de las redes por período.

CUADRO 7.5-1: INDICADORES DE AJUSTE POR PERÍODO

Tipo vehículo	Indicadores	Valor
Veh Livianos	R^2	0,99
	GEH	2,7
	Nº de Conteos de Ajuste	172
	Corridas de SATME2	2
Camiones de dos ejes	R^2	0,94
	GEH	2,5
	Nº de Conteos de Ajuste	172
	Corridas de SATME2	2
Camiones de más de dos ejes	R^2	0,84
	GEH	4,4
	Nº de Conteos de Ajuste	168
	Corridas de SATME2	2

Fuente: Elaboración Propia.

[2] Se buscó que los indicadores R2 fueran superiores a 0.85 con pendientes cercanas a la unidad y coeficiente de posición nulo. Adicionalmente se revisaron que los valores del indicador GEH no fueran superiores a 25 en ningún punto.

Los ajustes entre flujos de transporte privado observados y modelados, por período, se presentan en los cuadros siguientes, entregándose las corridas SATURN en el Anexo 7.5.

De esta forma, se realizó la calibración propiamente tal de acuerdo a la metodología y criterios antes expuestos. Finalmente, en el siguiente cuadro se reporta un resumen con los distintos estadísticos obtenidos en este proceso.

CUADRO 7.5-2: AJUSTE FLUJO OBSERVADO V/S MODELADO

arco	Observados			Modelados			Diferencia Obs-Mod			Diferencia % abs(Obs-Mod)/Obs			Geh		
	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes
3900-2030-0	3.504	296	240	3.376	307	201	128	-11	39	4%	-4%	16%	2,2	0,6	2,6
2030-2032-0	3.867	291	235	3.844	312	207	23	-21	28	1%	-7%	12%	0,4	1,2	1,9
5265-5270-0	2.496	114	37	2.506	40	24	-10	74	13	0%	65%	36%	0,2	8,4	2,4
1615-5270-0	1.023	69	42	1.065	0	0	-42	69	42	4%	100%	100%	1,3	11,7	9,2
5535-5540-0	661	71	12	662	15	2	-1	56	10	0%	79%	87%	0,0	8,6	4,0
1295-3180-0	4.018	371	510	4.002	350	324	16	21	186	0%	6%	36%	0,3	1,1	9,1
4485-2105-0	1.243	60	27	1.268	10	3	-25	50	24	2%	84%	88%	0,7	8,5	6,1
5500-4545-0	2.041	52	13	2.048	68	20	-7	-16	-7	0%	-30%	-53%	0,2	2,0	1,7
4545-5500-0	1.364	73	10	1.171	68	15	193	5	-5	14%	7%	-47%	5,4	0,7	1,3
3895-3920-0	2.848	265	329	3.541	243	390	-693	22	-61	24%	8%	-18%	12,3	1,4	3,2
5270-5275-0	2.721	95	15	2.396	0	0	325	95	15	12%	100%	100%	6,4	13,8	5,5
5540-5535-0	693	68	13	690	9	10	3	59	3	0%	87%	24%	0,1	9,6	0,9
3920-3485-0	2.334	103	50	2.326	111	73	8	-8	-23	0%	-7%	-47%	0,2	0,7	3,0
3180-1305-0	4.128	364	512	4.128	346	311	0	18	201	0%	5%	39%	0,0	1,0	9,9
3180-1295-0	3.794	360	542	3.723	360	342	71	0	200	2%	0%	37%	1,2	0,0	9,5
2105-4485-0	1.142	67	23	1.054	22	26	88	45	-3	8%	68%	-12%	2,7	6,8	0,6
1470-1220-0	3.885	278	273	3.877	285	93	8	-7	180	0%	-2%	66%	0,1	0,4	13,3
1325-3920-0	595	47	23	856	108	45	-261	-61	-22	44%	-129%	-94%	9,7	6,9	3,7
2175-1860-0	1.683	318	928	1.680	339	718	3	-21	210	0%	-7%	23%	0,1	1,2	7,3
1865-1860-0	1.240	204	281	733	224	220	507	-20	61	41%	-10%	22%	16,1	1,4	3,9
1755-1860-0	1.613	198	768	1.627	160	1.018	-14	38	-250	1%	19%	-33%	0,3	2,8	8,4
3885-1905-0	819	56	47	843	75	33	-24	-19	14	3%	-34%	29%	0,8	2,4	2,2
4665-1905-0	21	1	3	1	0	0	20	1	3	97%	100%	100%	6,2	1,4	2,4
4810-1905-0	873	68	16	871	36	11	2	32	5	0%	47%	30%	0,1	4,4	1,3
4860-2205-0	365	26	4	365	0	0	0	26	4	0%	100%	100%	0,0	7,2	2,8
2645-2205-0	196	4	4	194	19	9	2	-15	-5	1%	-380%	-128%	0,1	4,5	2,0
5140-2205-0	492	24	6	489	14	3	3	10	3	1%	41%	42%	0,2	2,3	1,2
2920-1005-0	313	21	35	310	20	7	3	1	28	1%	4%	79%	0,2	0,2	6,1
1335-1005-0	474	26	14	472	30	5	2	-4	9	0%	-16%	64%	0,1	0,8	2,9
2895-1005-0	773	33	43	772	40	51	1	-7	-8	0%	-20%	-20%	0,0	1,1	1,2
2530-2050-0	558	42	5	560	41	11	-2	1	-6	0%	3%	-130%	0,1	0,2	2,3
4040-2050-0	943	70	21	792	56	13	151	14	8	16%	20%	36%	5,1	1,8	1,8
2045-2050-0	1.258	91	20	1.268	69	52	-10	22	-32	1%	24%	-158%	0,3	2,4	5,3
3250-3245-0	748	47	13	710	63	16	38	-16	-3	5%	-35%	-25%	1,4	2,2	0,9
1720-3245-0	368	27	11	368	35	12	0	-8	-1	0%	-28%	-13%	0,0	1,4	0,4
5275-3245-0	1.214	58	29	1.224	66	28	-10	-8	1	1%	-14%	4%	0,3	1,1	0,2
3280-1875-0	712	29	6	358	0	0	354	29	6	50%	100%	100%	15,3	7,6	3,5
1875-3280-0	719	13	9	362	0	1	357	13	8	50%	100%	88%	15,3	5,1	3,5
3250-5270-0	1.445	59	45	1.047	43	6	398	16	39	28%	27%	87%	11,3	2,2	7,8
5275-5270-0	1.735	20	8	1.752	0	0	-17	20	8	1%	100%	100%	0,4	6,3	4,0
3840-3845-0	468	74	96	478	76	139	-10	-2	-43	2%	-3%	-45%	0,5	0,2	4,0
1450-3845-0	692	125	387	700	149	258	-8	-24	129	1%	-19%	33%	0,3	2,1	7,2
1445-3845-0	939	112	460	610	119	405	329	-7	55	35%	-6%	12%	11,8	0,7	2,6
4105-5540-0	914	78	18	920	86	50	-6	-8	-32	1%	-10%	-176%	0,2	0,9	5,4
1380-5540-0	1.016	91	28	1.007	80	25	9	11	3	1%	12%	11%	0,3	1,2	0,6
5130-1990-0	831	68	31	831	65	24	0	3	7	0%	5%	23%	0,0	0,4	1,3
4805-1990-0	113	4		113	3		0	1		0%	31%		0,0	0,7	
3875-1990-0	810	62	32	784	61	16	26	1	16	3%	2%	52%	0,9	0,2	3,4
1175-1181-0	2.125	112	52	2.123	92	21	2	20	31	0%	18%	59%	0,1	2,0	5,1
1181-1175-0	2.244	130	62	2.239	106	106	5	24	-44	0%	19%	-71%	0,1	2,2	4,8

arco	Observados			Modelados			Diferencia Obs-Mod			Diferencia % abs(Obs-Mod)/Obs			Geh		
	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes
3795-3815-0	2.070	109	80	1.598	100	16	472	9	64	23%	8%	80%	11,0	0,9	9,2
3820-3815-0	2.076	149	58	2.070	121	70	6	28	-12	0%	19%	-21%	0,1	2,4	1,5
3830-1200-0	7.222	281	386	7.239	493	154	-17	-212	232	0%	-75%	60%	0,2	10,8	14,1
1200-3830-0	5.799	442	422	5.779	439	162	20	3	260	0%	1%	62%	0,3	0,1	15,2
2550-2450-0	755	74	27	759	55	55	-4	19	-28	1%	25%	-105%	0,2	2,3	4,4
1800-2450-0	844	63	26	849	50	49	-5	13	-23	1%	21%	-87%	0,2	1,8	3,7
5370-2450-0	693	43	16	677	52	18	16	-9	-2	2%	-22%	-12%	0,6	1,4	0,5
3925-3920-0	4.039	284	332	2.916	291	270	1.123	-7	62	28%	-2%	19%	19,0	0,4	3,6
1110-1400-0	12.892	1.013	816	12.910	1.063	630	-18	-50	186	0%	-5%	23%	0,2	1,5	6,9
3485-3920-0	1.628	99	72	1.623	106	76	5	-7	-4	0%	-7%	-6%	0,1	0,7	0,5
2625-3180-0	251	15	4	62	0	0	189	15	4	75%	100%	100%	15,1	5,5	2,8
3185-3180-0	359	27	13	315	13	1	44	14	12	12%	50%	94%	2,4	3,0	4,7
1305-3180-0	3.872	362	554	3.868	386	402	4	-24	152	0%	-7%	27%	0,1	1,2	6,9
2135-2140-0	289	12	34	297	16	20	-8	-4	14	3%	-36%	40%	0,5	1,1	2,6
3140-2140-0	636	39	57	653	29	82	-17	10	-25	3%	26%	-44%	0,7	1,7	3,0
3175-2140-0	750	54	76	750	35	79	0	19	-3	0%	35%	-3%	0,0	2,8	0,3
2085-2105-0	2.452	144	33	2.454	134	32	-2	10	1	0%	7%	4%	0,0	0,8	0,2
2975-2105-0	2.589	155	59	2.418	164	133	171	-9	-74	7%	-6%	-125%	3,4	0,7	7,5
3155-2160-0	474	64	71	540	35	67	-66	29	4	14%	45%	5%	2,9	4,1	0,4
3145-2160-0	756	49	8	708	52	2	48	-3	6	6%	-6%	74%	1,8	0,4	2,6
2010-2160-0	1.012	108	64	1.016	64	105	-4	44	-41	0%	40%	-64%	0,1	4,7	4,4
3905-2030-0	918	42	28	468	5	6	450	37	22	49%	88%	78%	17,1	7,6	5,3
2032-2030-0	3.861	383	233	3.861	449	164	0	-66	69	0%	-17%	30%	0,0	3,3	4,9
1215-1470-0	3.546	258	267	3.527	246	91	19	12	176	1%	5%	66%	0,3	0,7	13,2
1475-1470-0	1.689	136	59	1.691	123	18	-2	13	41	0%	10%	70%	0,1	1,2	6,6
1220-1470-0	4.829	346	224	4.805	446	199	24	-100	25	1%	-29%	11%	0,4	5,0	1,7
2345-1625-0	445	7	7	226	8	8	219	-1	-1	49%	-16%	-17%	11,9	0,4	0,4
1620-1625-0	1.945	69	68	1.948	58	32	-3	11	36	0%	16%	53%	0,1	1,4	5,1
1630-1625-0	1.678	39	18	1.653	43	18	25	-4	0	1%	-11%	1%	0,6	0,6	0,0
3340-3345-0	789	35	46	758	39	32	31	-4	14	4%	-10%	30%	1,1	0,6	2,2
1685-3345-0	1.693	96	100	1.693	96	69	0	0	31	0%	0%	31%	0,0	0,0	3,4
1690-3345-0	1.358	61	100	1.292	49	75	66	12	25	5%	20%	25%	1,8	1,6	2,7
5520-5515-0	3.444	244	96	3.111	241	189	333	3	-93	10%	1%	-97%	5,8	0,2	7,8
4520-5515-0	2.198	110	26	2.197	115	58	1	-5	-32	0%	-4%	-123%	0,0	0,4	4,9
1375-5515-0	2.628	138	87	2.627	144	121	1	-6	-34	0%	-5%	-39%	0,0	0,5	3,3
1395-4550-0	12.268	1.039	678	12.243	1.039	467	25	0	211	0%	0%	31%	0,2	0,0	8,8
1450-1455-0	76	13	286	202	10	243	-126	3	43	166%	20%	15%	10,7	0,8	2,7
1405-1455-0	130	28	266	130	25	283	0	3	-17	0%	12%	-6%	0,0	0,7	1,0
1750-4710-0	782	51	9	362	26	11	420	25	-2	54%	49%	-18%	17,6	4,0	0,5
4710-1750-0	811	48	1	434	45	3	377	3	-2	46%	7%	-207%	15,1	0,5	1,5
3910-5345-0	550	8	44	543	9	22	7	-1	22	1%	-12%	49%	0,3	0,3	3,7
4950-5345-0	243	5		243	2		0	3		0%	60%		0,0	1,6	
5340-5345-0	899	28	33	899	32	86	0	-4	-53	0%	-14%	-160%	0,0	0,7	6,9
1910-5345-0	673	13	47	669	7	58	4	6	-11	1%	45%	-23%	0,2	1,9	1,5
1860-1755-0	2.025	342	982	2.043	394	831	-18	-52	151	1%	-15%	15%	0,4	2,7	5,0
1860-1865-0	1.292	199	223	777	202	166	515	-3	57	40%	-2%	25%	16,0	0,2	4,1
1860-2175-0	1.219	179	772	1.220	127	959	-1	52	-187	0%	29%	-24%	0,0	4,2	6,3
1905-4810-0	835	57	45	777	91	19	58	-34	26	7%	-59%	57%	2,0	3,9	4,5
1905-4665-0	42	2	5	1	0	0	41	2	5	99%	100%	100%	9,0	2,0	3,2
1905-3885-0	836	66	16	878	56	12	-42	10	4	5%	14%	23%	1,4	1,2	1,0
2205-5140-0	435	27	7	434	19	9	1	8	-2	0%	29%	-30%	0,0	1,6	0,7

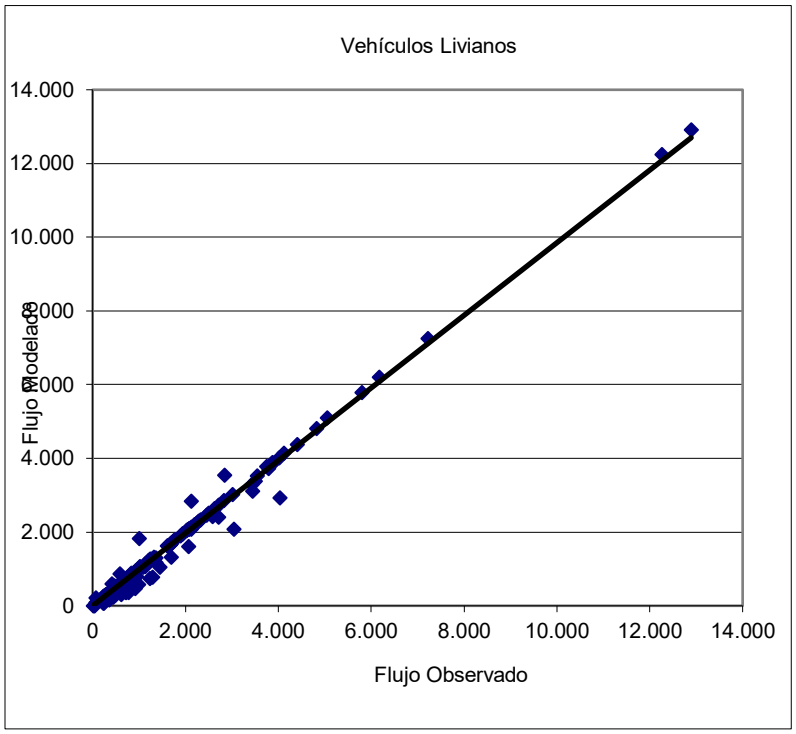
arco	Observados			Modelados			Diferencia Obs-Mod			Diferencia % abs(Obs-Mod)/Obs			Geh		
	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes
2205-2645-0	167	6		166	14		1	-8		1%	-135%		0,1	2,6	
2205-4860-0	451	21	7	448	0	0	3	21	7	1%	100%	100%	0,2	6,5	3,7
1005-2895-0	724	45	44	727	44	12	-3	1	32	0%	2%	73%	0,1	0,1	6,1
1005-1335-0	519	18	21	504	18	17	15	0	4	3%	1%	18%	0,6	0,1	0,9
1005-2920-0	317	17	27	307	28	33	10	-11	-6	3%	-67%	-21%	0,5	2,4	1,0
2050-2045-0	1.319	98	23	1.323	87	24	-4	11	-1	0%	12%	-3%	0,1	1,2	0,2
2050-4040-0	885	67	19	740	44	42	145	23	-23	16%	34%	-122%	5,1	3,1	4,2
2050-2530-0	555	38	4	556	35	11	-1	3	-7	0%	7%	-163%	0,0	0,4	2,4
3245-5275-0	1.046	67	22	1.048	74	36	-2	-7	-14	0%	-11%	-64%	0,0	0,9	2,6
3245-1720-0	356	19	8	155	26	13	201	-7	-5	56%	-36%	-57%	12,5	1,4	1,4
3245-3250-0	928	46	23	937	63	16	-9	-17	7	1%	-36%	32%	0,3	2,3	1,7
5270-1615-0	517	29	37	512	0	0	5	29	37	1%	100%	100%	0,2	7,6	8,6
5270-3250-0	1.174	65	42	1.176	40	24	-2	25	18	0%	38%	43%	0,1	3,4	3,2
5270-5265-0	2.287	73	38	2.287	43	6	0	30	32	0%	41%	85%	0,0	3,9	6,9
3845-1445-0	874	144	400	874	133	350	0	11	50	0%	7%	12%	0,0	0,9	2,6
3845-1450-0	613	76	391	610	119	406	3	-43	-15	1%	-57%	-4%	0,1	4,4	0,7
3845-3840-0	612	91	152	304	92	47	308	-1	105	50%	-1%	69%	14,4	0,1	10,5
5540-1380-0	935	83	24	930	77	40	5	6	-16	0%	7%	-66%	0,1	0,6	2,8
5540-4105-0	963	89	21	968	95	26	-5	-6	-5	1%	-7%	-26%	0,2	0,6	1,1
1990-3875-0	814	68	31	791	64	25	23	4	6	3%	6%	18%	0,8	0,5	1,1
1990-4805-0	106	4		103	3		3	1		3%	16%		0,3	0,3	
1990-5130-0	834	62	32	834	61	18	0	1	14	0%	2%	45%	0,0	0,2	2,9
3815-3820-0	2.070	109	80	2.068	75	20	2	34	60	0%	31%	76%	0,0	3,5	8,6
3815-3795-0	2.076	149	58	2.096	121	72	-20	28	-14	1%	19%	-23%	0,4	2,4	1,7
2450-5370-0	788	47	12	779	32	41	9	15	-29	1%	32%	-245%	0,3	2,4	5,7
2450-1800-0	767	68	29	773	56	20	-6	12	9	1%	18%	30%	0,2	1,6	1,7
2450-2550-0	737	65	28	732	70	60	5	-5	-32	1%	-8%	-115%	0,2	0,6	4,8
3920-3895-0	2.714	260	333	2.717	275	95	-3	-15	238	0%	-6%	72%	0,1	0,9	16,3
3920-1325-0	1.013	72	61	1.822	122	252	-809	-50	-191	80%	-69%	-312%	21,5	5,1	15,2
3920-3925-0	3.049	260	312	2.070	240	361	979	20	-49	32%	8%	-16%	19,3	1,3	2,7
3180-3185-0	348	29	24	328	26	60	20	3	-36	6%	10%	-151%	1,1	0,5	5,6
3180-2625-0	230	22	3	67	17	14	163	5	-11	71%	22%	-357%	13,3	1,1	3,7
2140-3175-0	762	42	86	759	13	20	3	29	66	0%	69%	77%	0,1	5,5	9,1
2140-3140-0	653	49	50	675	35	68	-22	14	-18	3%	28%	-37%	0,9	2,1	2,4
2140-2135-0	260	14	31	267	32	93	-7	-18	-62	3%	-129%	-200%	0,4	3,8	7,9
2105-2975-0	2.123	142	52	2.076	144	35	47	-2	17	2%	-1%	32%	1,0	0,1	2,5
2105-2085-0	3.019	150	44	3.010	142	107	9	8	-63	0%	5%	-143%	0,2	0,6	7,2
2160-2010-0	1.024	80	76	1.031	55	48	-7	25	28	1%	31%	37%	0,2	3,1	3,6
2160-3145-0	804	77	12	635	68	54	169	9	-42	21%	12%	-351%	6,3	1,1	7,3
2160-3155-0	414	64	55	598	29	73	-184	35	-18	44%	55%	-32%	8,2	5,2	2,2
2030-3900-0	3.431	365	244	3.289	420	156	142	-55	88	4%	-15%	36%	2,5	2,8	6,2
2030-3905-0	985	65	22	572	30	7	413	35	15	42%	54%	66%	14,8	5,1	3,8
1470-1475-0	1.771	115	41	1.779	116	46	-8	-1	-5	0%	-1%	-12%	0,2	0,1	0,7
1470-1215-0	4.408	347	236	4.366	415	170	42	-68	66	1%	-20%	28%	0,6	3,5	4,7
1625-1630-0	1.681	62	65	1.660	51	23	21	11	42	1%	18%	65%	0,5	1,5	6,4
1625-1620-0	1.895	41	21	1.895	43	28	0	-2	-7	0%	-4%	-31%	0,0	0,3	1,3
1625-2345-0	492	12	7	290	8	5	202	4	2	41%	30%	26%	10,2	1,1	0,7
3345-1690-0	1.091	70	70	1.037	71	70	54	-1	0	5%	-2%	-1%	1,7	0,1	0,1
3345-1685-0	1.940	92	138	1.940	87	92	0	5	46	0%	6%	34%	0,0	0,5	4,3
3345-3340-0	809	30	38	768	26	14	41	4	24	5%	14%	64%	1,5	0,8	4,8
5515-1375-0	2.829	152	71	2.844	143	67	-15	9	4	1%	6%	6%	0,3	0,7	0,5

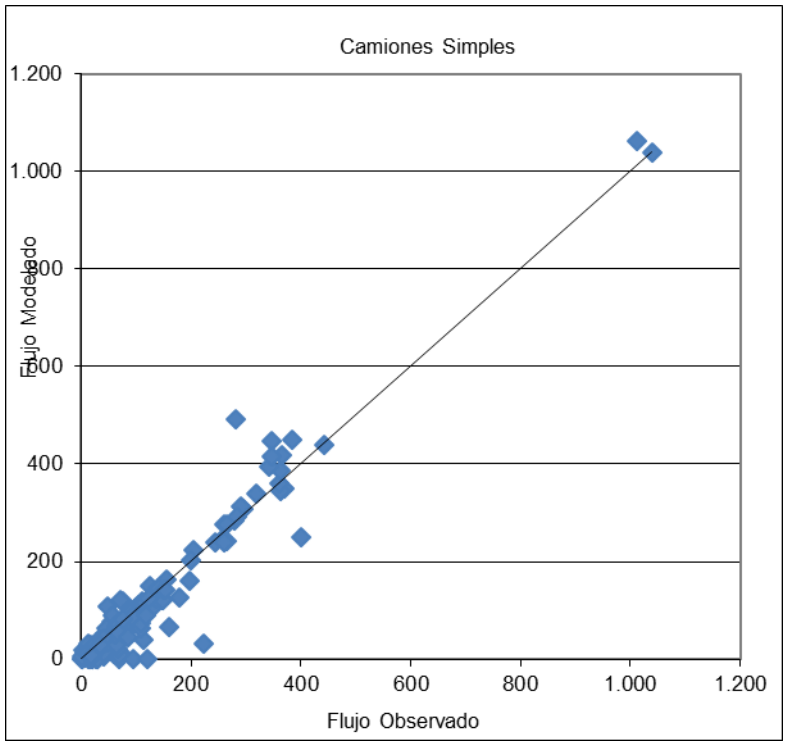
arco	Observados			Modelados			Diferencia Obs-Mod			Diferencia % abs(Obs-Mod)/Obs			Geh		
	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes	Veh Liv	Cam 2 ejes	Cam más de dos ejes
5515-4520-0	3.749	264	113	3.775	275	298	-26	-11	-185	1%	-4%	-163%	0,4	0,7	12,9
5515-5520-0	1.692	76	25	1.316	82	3	376	-6	22	22%	-8%	88%	9,7	0,7	5,8
1455-1405-0	76	13	286	77	17	185	-1	-4	101	1%	-27%	35%	0,1	0,9	6,6
1455-1450-0	130	28	266	131	17	142	-1	11	124	1%	39%	47%	0,1	2,3	8,7
5345-1910-0	654	21	28	645	23	63	9	-2	-35	1%	-8%	-126%	0,4	0,4	5,2
5345-5340-0	1.130	20	61	1.132	11	74	-2	9	-13	0%	44%	-22%	0,1	2,2	1,6
5345-4950-0	238	2	10	239	5	17	-1	-3	-7	0%	-168%	-69%	0,1	1,8	1,9
5345-3910-0	343	11	25	339	11	24	4	0	1	1%	2%	4%	0,2	0,1	0,2
2500-2485-0	952	121	108	952	0	0	0	121	108	0%	100%	100%	0,0	15,6	14,7
2485-2500-0	927	160	109	934	65	133	-7	95	-24	1%	59%	-22%	0,2	9,0	2,2
1205-5430-0	5.060	224	530	5.092	31	212	-32	193	318	1%	86%	60%	0,4	17,1	16,5
5430-1205-0	6.173	400	396	6.204	249	328	-31	151	68	1%	38%	17%	0,4	8,4	3,6
5470-1255-0	1.173	119	244	1.173	91	99	0	28	145	0%	24%	59%	0,0	2,8	11,0
1255-5470-0	1.252	66	243	1.253	56	170	-1	10	73	0%	15%	30%	0,0	1,2	5,1
3315-4530-0	2.178	86	90	2.169	46	12	9	40	78	0%	47%	86%	0,2	4,9	10,9
4530-3315-0	2.123	122	74	2.840	123	31	-717	-1	43	34%	-1%	58%	14,4	0,1	6,0
4260-4220-0	263	26	46	263	21	10	0	5	36	0%	20%	79%	0,0	1,1	6,8
4220-4260-0	264	19	39	262	5	11	2	14	28	1%	76%	71%	0,1	4,2	5,5
2155-3145-0	353	18	2	353	8	1	0	10	1	0%	57%	62%	0,0	2,8	1,1
3145-2155-0	332	34	9	327	30	1	5	4	8	1%	12%	92%	0,3	0,7	3,7

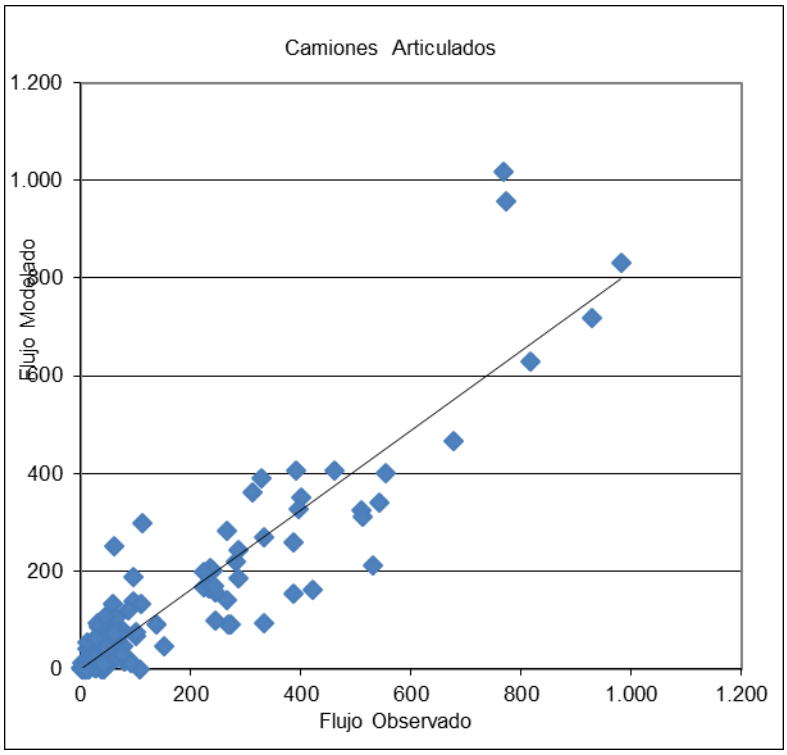
Fuente: Elaboración Propia.

En los siguientes gráficos se presenta la regresión lineal entre flujo modelado y observado para el período modelado.

FIGURA 7.5-1: AJUSTE CALIBRACIÓN



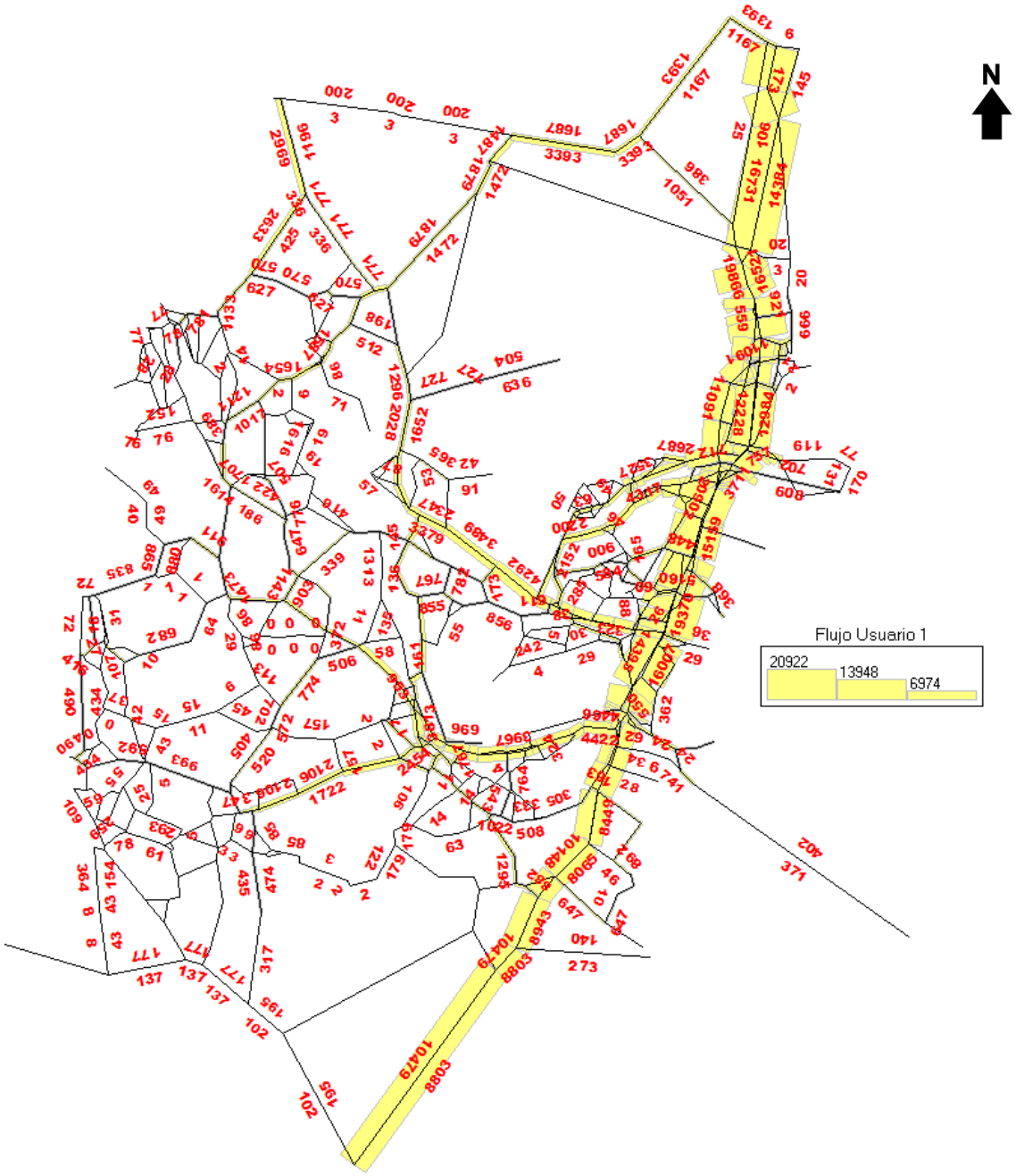




Fuente: Elaboración Propia.

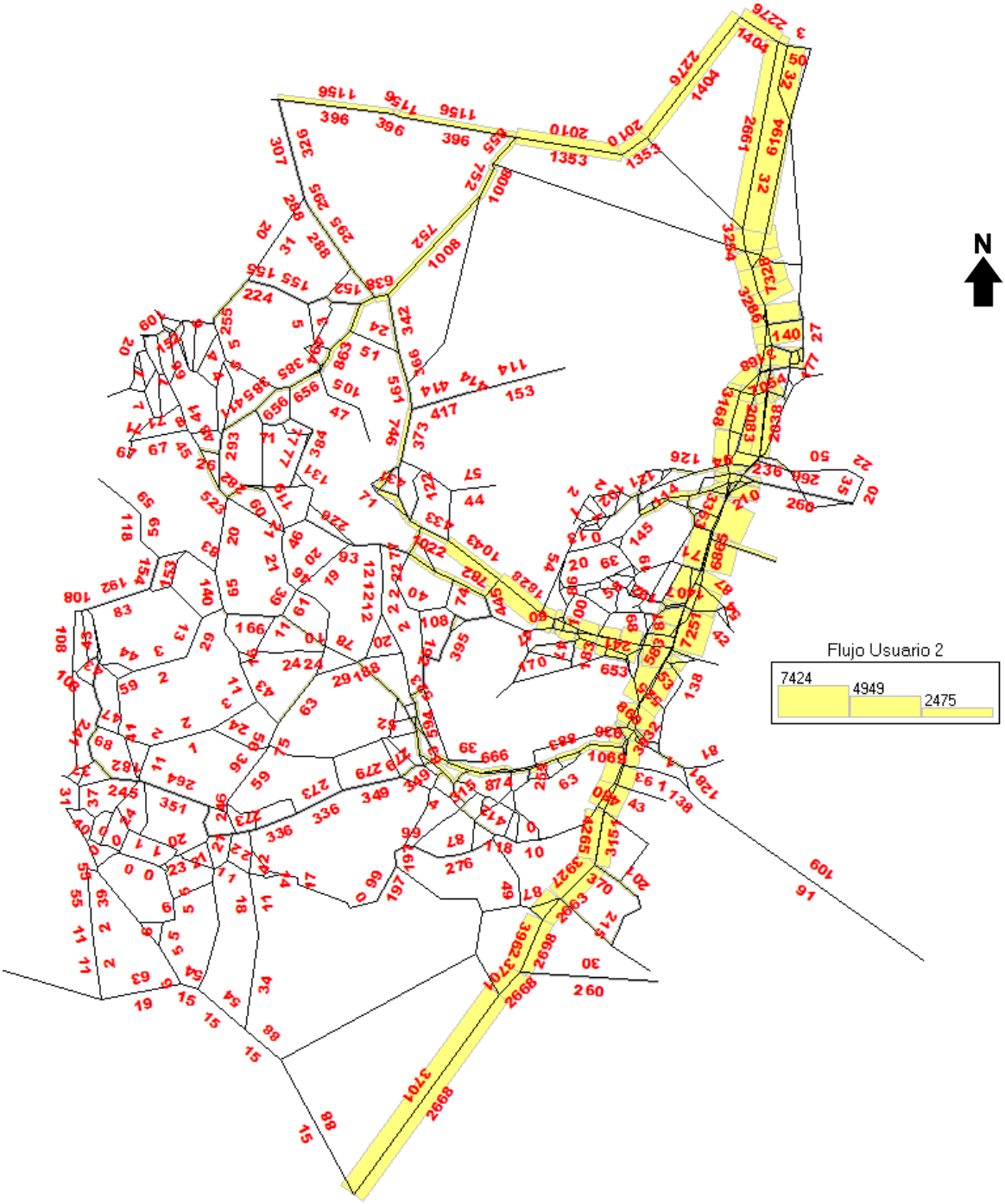
En las figuras siguientes, se muestra una representación gráfica del flujo vehicular asignado en cada uno de los arcos que componen la red vial de calibración.

FIGURA 7.5-2: CALIBRACIÓN FLUJO VEHÍCULOS LIVIANOS (VEH EN 12 HORAS)



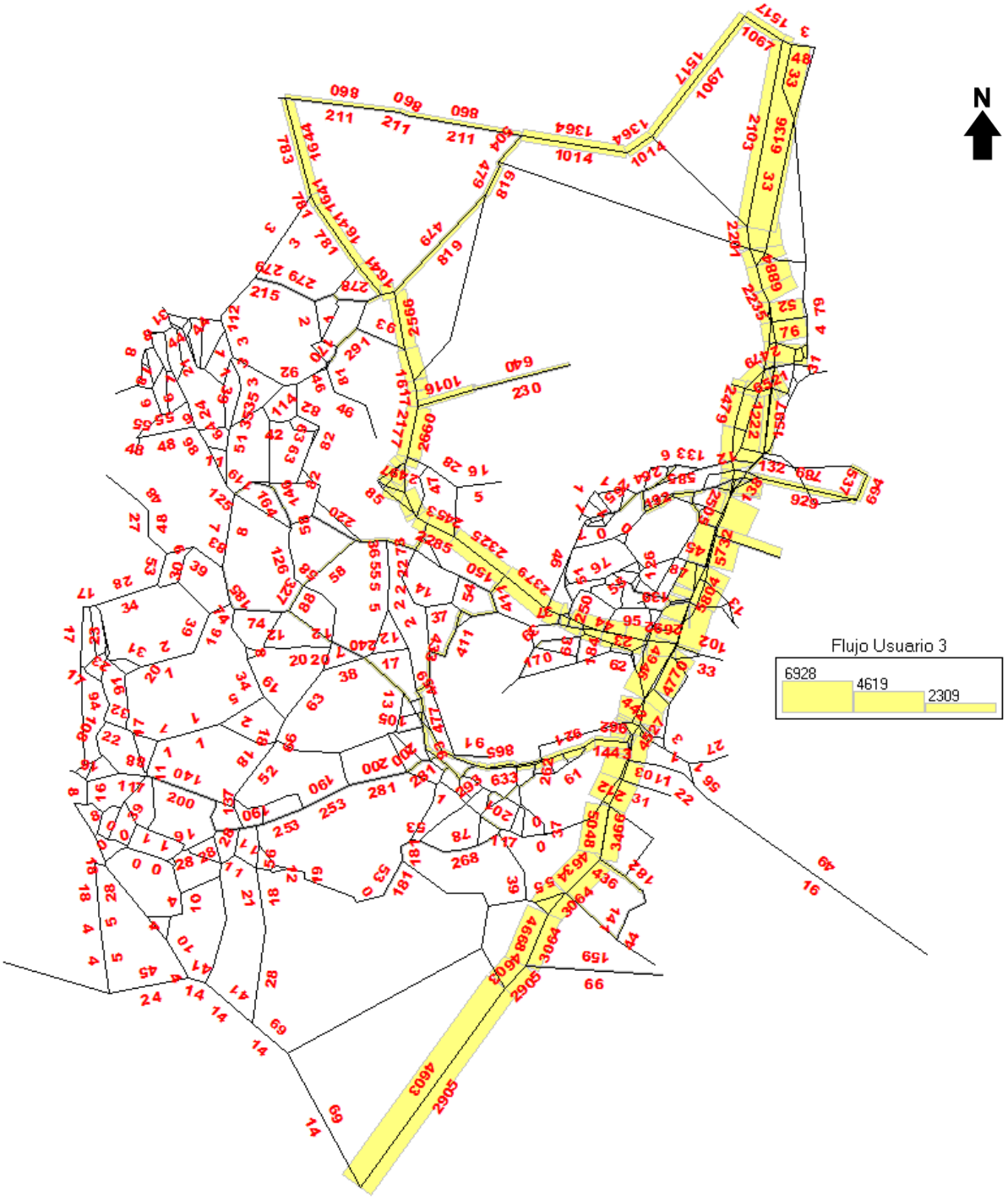
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 7.5-3: CALIBRACIÓN FLUJO CAMIONES DE DOS EJES [VEQ EN 12 HORAS]



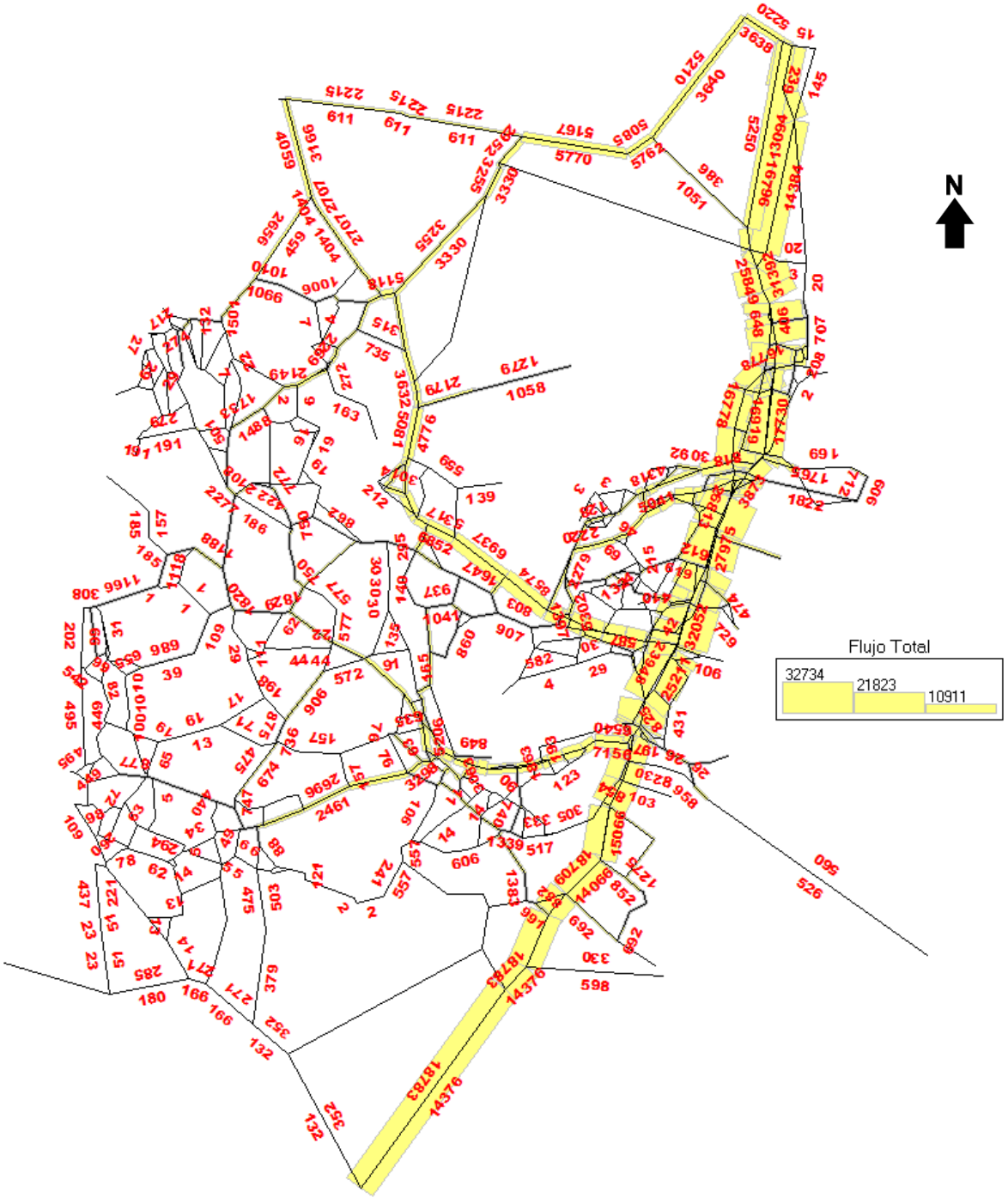
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 7.5-4: CALIBRACIÓN FLUJO CAMIONES DE MÁS DE DOS EJES [VEQ EN 12 HORAS]



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 7.5-5: CALIBRACIÓN FLUJO TOTAL [VEQ EN 12 HORAS]



Fuente: Elaboración Propia.

Respecto de la magnitud de las variaciones entre viajes de matrices a priori y finales (post SATME2), los volúmenes totales son del orden de los 67.000 vehículos livianos y 1.500/4.000 camiones en 12 horas.

El siguiente cuadro muestra una síntesis de las modificaciones en los volúmenes de viajes derivadas del proceso de calibración:

CUADRO 7.5-3: VARIACIONES EN VOLÚMENES DE VIAJES

Indicadores	Veh. Liv.	Camiones de dos ejes	Camiones de más de dos ejes
Matriz A Priori	125.349	17.360	17.871
Matriz de Calibración	184.194	21.464	14.582
Diferencia	58.845	4.105	-3.289
Variación Porcentual	32%	19%	-23%

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presentan las matrices ajustadas obtenidas del proceso de ajuste a los conteos.

CUADRO 7.5-4: MATRIZ O-D AJUSTADA A CONTEOS VEH LIVIANOS **[VIAJES/12 HORAS]**

O/D	Centro	Centro-Norte	Centro-Oriente	Centro-Poniente	Melipilla	Puertos	Santiago-Sur	Sur-Oriente	Sur-Poniente	**Generación**
Centro	8.433	4.642	5.837	1.609	15	81	1.598	478	4.562	**27.256**
Centro-Norte	6.001	32.756	4.601	955	18	165	8.409	2.998	1.046	**56.951**
Centro-Oriente	5.558	5.896	13.796	552	20	52	1.858	4.259	1.985	**33.975**
Centro-Poniente	1.668	508	949	2.677	186	475	832	54	1.017	**8.367**
Melipilla	79	649	42	153	0	0	1.789	25	48	**2.786**
Puertos	65	67	83	421	0	2.321	0	32	173	**3.162**
Santiago-Sur	840	5.394	9.222	869	7	57	324	2.712	956	**20.382**
Sur-Oriente	316	1.537	2.797	32	6	172	4.356	46	965	**10.227**
Sur-Poniente	3.136	979	2.061	1.527	21	520	872	1.063	10.908	**21.087**
Atracción	**26.096**	**52.428**	**39.389**	**8.797**	**275**	**3.843**	**20.037**	**11.667**	**21.661**	**184.194**

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 7.5-5: MATRIZ O-D AJUSTADA A CONTEOS CAMIONES DE DOS EJES **[VIAJES/12 HORAS]**

O/D	Centro	Centro-Norte	Centro-Oriente	Centro-Poniente	Melipilla	Puertos	Santiago-Sur	Sur-Oriente	Sur-Poniente	**Generación**
Centro	819	320	494	330	54	148	485	146	657	**3.453**
Centro-Norte	220	2.687	480	108	10	167	504	274	31	**4.482**
Centro-Oriente	852	630	1.464	354	14	189	881	1.042	173	**5.600**
Centro-Poniente	598	187	193	712	38	136	654	188	51	**2.757**
Melipilla	2	4	15	52	0	0	0	0	1	**74**
Puertos	85	58	60	99	0	10	10	43	16	**380**
Santiago-Sur	83	180	379	181	0	0	0	357	29	**1.209**
Sur-Oriente	29	153	761	24	29	79	310	0	82	**1.468**
Sur-Poniente	572	31	188	66	2	22	54	75	1.031	**2.042**
Atracción	**3.261**	**4.251**	**4.034**	**1.926**	**148**	**751**	**2.899**	**2.124**	**2.071**	**21.464**

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 7.5-6: MATRIZ O-D AJUSTADA A CONTEOS CAMIONES DE MÁS DE DOS EJES **[VIAJES/12 HORAS]**

O/D	Centro	Centro-Norte	Centro-Oriente	Centro-Poniente	Melipilla	Puertos	Santiago-Sur	Sur-Oriente	Sur-Poniente	**Generación**
Centro	227	130	262	104	29	169	351	177	330	**1.778**
Centro-Norte	70	1.266	322	60	121	83	618	181	37	**2.758**
Centro-Oriente	308	352	1.687	157	11	255	1.136	927	113	**4.948**
Centro-Poniente	152	204	81	220	4	41	123	176	85	**1.087**
Melipilla	121	11	6	2	0	0	0	14	3	**157**
Puertos	30	82	74	34	0	0	0	185	78	**484**
Santiago-Sur	132	245	271	19	0	0	13	258	32	**971**
Sur-Oriente	28	121	484	5	12	242	303	18	21	**1.234**
Sur-Poniente	421	25	120	98	3	86	58	64	291	**1.167**
Atracción	**1.488**	**2.436**	**3.307**	**700**	**180**	**876**	**2.602**	**2.000**	**992**	**14.582**

Fuente: Elaboración Propia.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

8 DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS 8-1

8.1 DIAGNÓSTICO SISTEMA DEMOGRÁFICO Y ECONÓMICO 8-1
8.1.1 Sistema Demográfico 8-1
8.1.2 Servicios 8-9
8.1.2.1 Educación 8-9
8.1.2.2 Salud 8-11
8.1.2.3 Otros Servicios 8-13
8.1.3 Sistema de Actividades 8-14
8.2 DIAGNÓSTICO INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL 8-22
8.2.1 Política Nacional de Ordenamiento Territorial 8-22
8.2.2 Estrategia Regional de Desarrollo Región de O'Higgins.....8-23
8.2.3 Plan Regional de Desarrollo Urbano Región de O'Higgins.....8-28
8.2.4 Plan Regulador Intercomunal Rancagua 8-32
8.2.5 Plan Regulador Intercomunal Río Claro 8-34
8.2.6 Plan Regulador Intercomunal Borde Costero.....8-34
8.2.7 Plan Regulador Intercomunal Lago Rapel 8-34
8.3 PROPOSICIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO.....8-35
8.3.1 Presentación.....8-35
8.3.2 Propuestas de proyectos provenientes de estudios anteriores 8-35
8.3.3 Propuestas provenientes del Análisis Territorial.....8-40
8.3.4 Síntesis de propuestas.....8-45

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 8: DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS
8-2: ALTERNATIVAS DE PROYECTOS (KMZ)

8 DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS

8.1 Diagnóstico Sistema Demográfico y Económico

El propósito de esta tarea es diagnosticar el rol de los principales centros poblados en el desarrollo económico y productivo del área de estudio, como también en la ocupación del territorio.

Interesa identificar el rol de cada centro en el abastecimiento de la población, como también en la facilitación de las actividades productivas. Si bien este diagnóstico podría realizarse en base a información cualitativa, se realizará un esfuerzo especial en generar un diagnóstico con información cuantitativa.

De manera equivalente se analiza la actividad productiva de las zonas, identificando la infraestructura demandada, como también las restricciones al desarrollo productivo, particularmente en relación con el recurso hídrico.

8.1.1 Sistema Demográfico

El análisis de la variable demográfica resulta de gran interés para el estudio puesto que explica tanto el transporte de pasajeros como el transporte de carga. Dado que el tamaño de la población y su tasa de crecimiento presenta fuertes variaciones a nivel comunal, es necesario desagregarlas a este nivel para poder analizar su comportamiento.

Según cifras del Censo de 2017 la región de O'Higgins cuenta con una población que alcanza a los 914.555 habitantes, equivalentes al 5,2% de total nacional; los que se concentran fuertemente en los valles del área central del territorio regional. Del total de habitantes de la región, un 49,6% corresponde a hombres y un 50,4% a mujeres, mostrando una distribución similar a la media nacional.

Del total de la población regional, el 74,4% habita en áreas urbanas, mientras que el restante 25,6% lo hace en las zonas rurales, siendo a nivel nacional una de las regiones con mayor prevalencia de población rural.

La población regional se concentra en la comuna de Rancagua con el 26% del total de habitantes según censo 2017 y desde la provincia de Cachapoal va disminuyendo la cantidad de personas hacia las provincias ubicadas más al sur en la región. Si se considera la conurbación Rancagua – Machalí el porcentaje aumenta a un 32%.

La principal vía estructurante de conexión vial longitudinal en la región de O'Higgins es la Ruta 5. La mayoría de los centros poblados se localizan hacia el poniente de esta ruta.

San Fernando, capital de la provincia de Colchagua es el segundo polo con mayor cantidad de habitantes de la región, con el 8% de los habitantes. El resto de los habitantes se distribuye de manera más o menos homogénea entres las otras 31 comunas que conforman la región.

Los valles Cachapoal y Colchagua representan los ejes principales de poblamiento regional, ubicándose en ellos las principales ciudades, tales como: Rancagua y San Fernando.

Es una región con una densa trama vial que facilita la conexión de sus cabeceras comunales con la capital regional; no obstante no cuentan con una conexión directa.

La conexión internacional con Argentina podría realizarse a través del Paso Las Leñas que forma parte de un proyecto de alcance binacional. La ruta de acceso se inicia en la localidad de Coya. Las Leñas será una nueva vía de circulación entre Chile y Argentina, que permitiría descomprimir el Paso Cristo Redentor cuando se produzcan cortes o cierres por mal tiempo. El proyecto contempla la construcción de un túnel de 13 kilómetros a 2.050 msnm.

También la Dirección de Vialidad avanza en el mejoramiento de la Ruta I-45 como parte de una estrategia de conectividad e integración regional, interés turístico y patrimonial que conectaría San Fernando con Los Molles y Malargüe (Argentina). El denominado Paso de Las Damas es transitable por vehículos todo terreno y con limitaciones para acceder al sector de frontera por el lado chileno. Por el lado argentino, el camino parte en el Centro Invernal Las Leñas siguiendo hacia la mina Las Choicas, con similares limitaciones.

Las comunas con menor cantidad de habitantes corresponden a La Estrella en la provincia Cardenal Caro y Pumanque en la provincia de Colchagua cada una de ellas aporta menos del 1% a la población total regional.

La Región de O'Higgins es la duodécima con mayor porcentaje de pobres del país, con el 7,0% de sus habitantes bajo la línea de pobreza, y posee una tasa de analfabetismo de un 3%, según CASEN 2022.

A partir de los datos censales se constató que la población de Adultos Mayores creció un 95,2% en 15 años (2002-2017) en la región, lo que corresponde a una tasa promedio anual de 4,6%; superior al promedio nacional, donde la población de adultos mayores se incrementó en un 64,5% en el mismo período, a una tasa promedio anual de 3,4%. Es decir,

la región cuenta con una población envejecida y una natalidad estancada, pues el crecimiento promedio anual de los niños (0-14 años) tuvo una tasa negativa de 0,7%.

La provincia de Cardenal Caro es la que cuenta con la menor cantidad de habitantes de toda la región, (el 5% del total).

La capital provincial es Pichilemu, que cuenta con buen equipamiento y accesos. El área costera de la provincia, conformada por las comunas de Navidad, Pichilemu y Litueche cuenta con atractivos turísticos que podrían potenciarse al contar con mejor accesibilidad como es el caso de Matanzas, Pupuya, Polcura, Puertecillo y Topocalma. Por otra parte en la comuna de La Estrella se concentra el 67% de la superficie de olivos de la región; con lo que un mejoramiento de la conectividad facilitaría el transporte de olivos y aceites.

La provincia de Colchagua congrega el 24% de los habitantes de la región, su población se concentra en el área urbana de la comuna de San Fernando, capital de la provincia. Posee una buena dotación de establecimientos educacionales apropiada a los requerimientos tanto en enseñanza básica, como en media; a excepción de Palmilla con cobertura de 65% en básica y 30% en enseñanza media. En educación superior la provincia cuenta con la Universidad de O'Higgins que posee una sede en San Fernando, dos institutos profesionales y un centro de formación técnica en la misma comuna. En Santa Cruz se localiza una sede de la Universidad de Talca; sin embargo no cubre todos los requerimientos de la población; por lo cual los estudiantes deben migran a otras comunas mejor equipadas con este tipo de servicios, como en la conurbación Machalí – Rancagua.

La provincia de Cachapoal aporta el 71% a los habitantes de la región y es la capital regional quien posee la mayor cantidad de personas. Esta provincia cuenta además con la mayor cantidad de habitantes en el área rural de toda la región (56%), concentrados principalmente en las comunas de San Vicente, Las Cabras y Rengo y el 76% de los habitantes del área urbana. Posee el mayor nivel de equipamiento regional y cuenta con el menor porcentaje de habitantes bajo la línea de la pobreza (6,0%), según datos CASEN 2022.

Según datos de la última la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN 2022), un 7% de la población se encuentra bajo la línea de pobreza, mostrando una reducción de 3,1 puntos porcentuales en comparación con la medición del año 2017.

En la provincia de Cachapoal cuatro de las diecisiete comunas que la conforman se encuentran entre las 100 más pobres de Chile, según la última encuesta Casen 2022, siendo San Vicente la más pobre de toda la provincia y se ubica en la posición número 68 en el ranking nacional entre las comunas pobres.

En la provincia de Cardenal Caro tres de las seis comunas que la conforman se encuentran entre las 100 más pobres del país, siendo Navidad la más pobre de la región y la quinta más pobre del país.

La pobreza por género permite identificar que las mujeres en Navidad ocupan el quinto lugar entre las más pobres a nivel nacional. Al observar el ranking por género se puede notar también que en 12 de las 33 comunas que conforman la región, las mujeres tienen mayores niveles de pobreza que los hombres.

CUADRO N° 8.1-1: RANKING DE COMUNAS MÁS POBRES DE CHILE

Provincia	Comuna	Total	Hombres	Mujeres
Cachapoal	Rancagua	182	181	181
	Rengo	247	257	228
	Machalí	296	294	286
	San Vicente	68	60	77
	Graneros	230	223	221
	Requínoa	302	304	295
	Mostazal	201	174	225
	Las Cabras	176	125	235
	Doñihue	78	90	78
	Pichidegua	79	81	85
	Coltauco	255	301	187
	Peumo	162	100	224
	Olivar	83	88	84
	Malloa	297	315	259
	Quinta De Tilcoco	194	129	258
	Codegua	316	313	315
	Coinco	136	152	115
Colchagua	San Fernando	150	131	157
	Santa Cruz	156	149	163
	Chimbarongo	149	156	131
	Nancagua	113	172	72
	Chépica	184	180	186
	Palmilla	141	170	105
	Peralillo	172	189	145
	Placilla	163	200	128
	Lolol	257	178	300
	Pumanque	158	216	125
Cardenal Caro	Pichilemu	91	91	87
	Marchigüe	291	305	266
	Navidad	5	8	5
	Litueche	85	117	71
	Paredones	212	224	184
	La Estrella	276	238	298

Fuente: Elaboración propia a partir de datos CASEN 2022

La comuna con menor accesibilidad en la provincia de Cachapoal corresponde a Las Cabras. En la provincia de Colchagua las comunas menos accesibles son Lolol y Chépica y en la provincia de Cardenal Caro es la comuna de Paredones.

Además de menor accesibilidad vial, algunas de ellas poseen un menor nivel de equipamiento de servicios. En consecuencia, los habitantes deben generar viajes de mayor costo relativo para poder satisfacer sus requerimientos de servicios deficitarios en su provincia.
En general comunas más deficitarias de servicios como de conectividad también presentan altos niveles de pobreza como es el caso de Palmilla, Placilla y Olivar. En el cuadro que sigue se puede observar esta situación, también los niveles de equipamiento como centros de atención de salud y servicios financieros tienen baja cobertura.

CUADRO N° 8.1-2: COMUNAS CON MAYORES DIFERENCIAS DE EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS

Comuna	Pobreza	Ingreso Total	Escolaridad	Hospitales	Centros Atención Primaria	Otros Servicios
Rancagua	6,90%	1.261.972	11,9	5	12	100%
Rengo	4,50%	1.238.497	10,6	1	3	89%
Machalí	2,10%	2.343.365	13	0	2	33%
San Vicente	13,00%	791.336	10	1	1	78%
Graneros	5,30%	1.298.534	11,3	1	1	33%
Requínoa	1,70%	1.081.094	10,1	0	2	11%
Mostazal	6,20%	1.186.611	10,1	0	1	33%
Las Cabras	7,20%	1.216.058	10	0	1	22%
Doñihue	12,00%	912.001	10,7	0	3	33%
Pichidegua	12,00%	914.168	9,4	1	0	22%
Coltauco	4,10%	1.009.998	9,9	0	2	33%
Peumo	7,80%	1.005.290	10,9	1	1	22%
Olivar	11,70%	1.176.669	10,8	0	2	11%
Malloa	2,10%	1.050.171	9,5	0	2	11%
Quinta De Tilcoco	6,30%	878.780	10,5	0	2	22%
Codegua	0,80%	1.124.538	10,4	0	2	0%
Coinco	9,00%	1.358.487	10,5	1	0	11%
San Fernando	8,50%	1.135.284	11,3	1	4	89%
Santa Cruz	8,00%	1.033.314	10,2	1	3	89%
Chimbarongo	8,60%	856.162	9,6	1	0	22%
Nancagua	10,30%	1.088.966	9,9	1	1	33%
Chépica	6,80%	889.585	9,8	0	1	22%
Palmilla	8,80%	927.532	9,3	0	1	0%
Peralillo	7,40%	731.366	8,7	0	1	33%
Placilla	7,80%	916.893	8,8	0	1	11%
Lolol	4,00%	953.715	9,3	1	0	11%
Pumanque	8,00%	887.397	8,7	0	0	0%
Pichilemu	11,50%	861.736	10,6	1	0	44%
Marchigüe	2,40%	1.085.795	10,4	1	0	11%
Navidad	27,70%	635.023	9,2	0	1	33%
Litueche	11,70%	792.163	9,9	1	0	33%

Comuna	Pobreza	Ingreso Total	Escolaridad	Hospitales	Centros Atención Primaria	Otros Servicios
Paredones	5,90%	649.639	8,4	0	1	22%
La Estrella	3,00%	1.156.823	10,8	0	1	11%

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes CASEN, Servicios de Salud, Entidades Financieras

Según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas, se espera que al año 2035 Machalí y Pichilemu crezcan a tasas muy superiores al promedio regional y nacional. En comunas como Paredones, La Estrella y Pumanque, con altos porcentajes de ruralidad la tendencia es a la disminución de la población.

En general, los crecimientos esperados son inferiores al promedio regional en las provincias de Colchagua y Cardenal Caro.

CUADRO N° 8.1-3: PROYECCIONES DE POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO

Comuna	Población Censo 2017	Crecimiento Real		Crecimiento Proyectado
		1992-2002	2002-2017	2017-2035
Codegua	12.988	1,18%	1,24%	0,83%
Coinco	7.359	0,93%	0,95%	0,47%
Coltauco	19.597	0,65%	1,27%	0,96%
Doñihue	20.887	1,50%	1,42%	0,97%
Graneros	33.437	1,46%	1,70%	1,04%
Las Cabras	24.640	1,33%	1,32%	0,83%
Machalí	52.505	1,71%	4,13%	1,63%
Malloa	13.407	0,49%	0,27%	0,22%
Mostazal	25.343	1,89%	0,99%	0,93%
Olivar	13.608	0,85%	0,66%	0,60%
Peumo	14.313	0,83%	0,17%	0,11%
Pichidegua	19.714	0,68%	0,70%	0,30%
Quinta de Tilcoco	13.002	0,54%	0,89%	0,68%
Rancagua	241.774	1,36%	0,81%	0,78%
Rengo	58.825	1,54%	0,98%	0,69%
Requínoa	27.968	1,32%	1,56%	0,98%
San Vicente	46.766	1,36%	1,00%	0,70%
Prov. Cachapoal	**646.133**	**1,30%**	**1,17%**	**0,83%**
Chépica	15.037	-0,17%	0,55%	0,30%
Chimbarongo	35.399	0,53%	0,61%	0,44%
Lolol	6.811	0,41%	0,64%	0,50%
Nancagua	17.833	0,82%	0,88%	0,70%
Palmilla	12.482	0,31%	0,73%	0,53%
Peralillo	11.007	0,62%	0,83%	0,63%
Placilla	8.738	0,35%	0,52%	0,30%
Pumanque	3.421	-0,91%	-0,04%	-0,10%
San Fernando	73.973	1,24%	1,00%	0,71%
Santa Cruz	37.855	1,02%	1,05%	0,78%
Prov. Colchagua	**222.556**	**0,75%**	**0,83%**	**0,61%**
La Estrella	3.041	4,27%	-2,16%	-0,13%
Litueche	6.294	0,11%	0,87%	0,61%
Marchigüe	7.308	1,07%	0,38%	0,25%

Comuna	Población Censo 2017	Crecimiento Real		Crecimiento Proyectado
		1992-2002	2002-2017	2017-2035
Navidad	6.641	0,00%	1,36%	0,75%
Paredones	6.188	0,11%	-0,52%	-0,33%
Pichilemu	16.394	1,66%	1,88%	1,16%
Prov. Cardenal Caro	**45.866**	**1,07%**	**0,72%**	**0,62%**
Región de O'Higgins	**914.555**	**1,15%**	**1,06%**	**0,77%**

Fuente: Elaboración Propia a partir de Proyecciones INE basadas en Censo 2017

De acuerdo con los antecedentes del INE para el censo del año 2017, el término rural se utiliza frecuentemente para expresar una percepción de características de un lugar donde existe un gran porcentaje de sus habitantes que se dedican a actividades primarias o bien su población se encuentra dispersa y no supera los 1.000 habitantes.
La región de O'Higgins ocupa la posición 6 entre aquellas con mayor porcentaje de población rural al año 2017, no obstante esta condición ha ido disminuyendo; en el año 2002 el 30% de sus habitantes vivían en el área rural, hoy esta proporción es de un 26%.

A nivel provincial es Cardenal Caro la que tiene mayor proporción del total de habitantes en el área rural (51%); sin embargo según las proyecciones del INE para el año 2035 sería la provincia con menor incremento de ruralidad con un 0,2% promedio anual.

La provincia de Cachapoal es la más urbana de la región; con altas tasas de crecimiento en dicha área en especial en las comunas de Coltauco, Machalí, Peumo, Pichidegua y Requínoa (período 2002-2017) y de acuerdo a las proyecciones se espera que al año 2035 sigan con tasas superiores al promedio regional a excepción de Peumo y se sumen nuevas comunas con tasas superiores al promedio regional como Graneros y Las Cabras.

CUADRO N° 8.1-4: TASAS DE CRECIMIENTO REALES Y PROYECTADAS, POR ÁREA

Comuna	1992-2002		2002-2017		2017-2035	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Codegua	4,15%	-0,95%	1,95%	0,49%	1,01%	0,61%
Coinco	5,05%	-3,67%	-1,20%	3,70%	-0,17%	0,97%
Coltauco	14,10%	-3,58%	3,23%	-0,67%	1,67%	-0,15%
Doñihue	3,24%	-8,57%	0,35%	8,43%	0,79%	1,58%
Graneros	2,47%	-3,49%	1,84%	0,64%	1,13%	0,30%
Las Cabras	2,13%	0,89%	1,60%	1,15%	1,01%	0,70%
Machalí	2,11%	-2,79%	4,44%	-3,75%	1,67%	-0,84%
Malloa	0,67%	0,39%	0,99%	-0,18%	0,45%	0,06%
Mostazal	2,60%	-0,79%	1,05%	0,68%	0,92%	0,98%
Olivar	0,26%	2,01%	1,09%	-0,18%	0,68%	0,41%
Peumo	1,33%	0,26%	3,07%	-6,48%	0,39%	-1,65%
Pichidegua	1,23%	0,47%	4,28%	-1,36%	1,03%	-0,49%
Quinta de Tilcoco	1,35%	-0,24%	1,47%	0,23%	0,87%	0,44%
Rancagua	1,43%	-0,41%	0,83%	0,19%	0,79%	0,19%
Rengo	2,73%	-1,05%	1,44%	-0,44%	0,83%	0,13%

Comuna	1992-2002		2002-2017		2017-2035	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Requínoa	2,53%	0,24%	2,55%	0,41%	1,28%	0,54%
San Vicente	4,72%	-1,52%	1,18%	0,78%	0,75%	0,64%
Prov. Cachapoal	**2,09%**	**-0,87%**	**1,46%**	**0,13%**	**0,94%**	**0,38%**
Chépica	0,89%	-1,13%	1,47%	-0,52%	0,61%	-0,17%
Chimbarongo	3,71%	-2,03%	1,30%	-0,23%	0,80%	-0,09%
Lolol	2,37%	-0,47%	0,92%	0,49%	0,68%	0,39%
Nancagua	1,12%	0,38%	1,36%	0,13%	0,86%	0,41%
Palmilla	1,68%	0,02%	3,43%	-0,07%	1,19%	0,22%
Peralillo	1,36%	-0,40%	0,81%	0,85%	0,64%	0,61%
Placilla	2,70%	-0,36%	0,78%	0,43%	0,34%	0,29%
Pumanque	-	-0,91%	-	-0,04%	-	-0,10%
San Fernando	1,82%	-0,83%	1,48%	-1,36%	0,79%	0,19%
Santa Cruz	1,75%	0,13%	1,37%	0,58%	0,85%	0,69%
Prov. Colchagua	**1,94%**	**-0,70%**	**1,41%**	**-0,07%**	**0,79%**	**0,26%**
La Estrella	-	0,22%	-1,31%	-2,62%	-0,15%	-0,13%
Litueche	3,05%	-1,74%	2,06%	-0,27%	0,94%	0,19%
Marchigüe	2,43%	0,49%	2,76%	-1,09%	0,99%	-0,48%
Navidad	3,03%	-0,38%	-100,00%	2,32%	-	0,75%
Paredones	2,39%	-0,83%	-1,16%	-0,23%	0,35%	-0,68%
Pichilemu	3,31%	-2,25%	2,09%	1,17%	1,29%	0,65%
Prov. Cardenal Caro	**3,83%**	**-0,69%**	**1,36%**	**0,17%**	**1,05%**	**0,15%**
Región de O'Higgins	**2,11%**	**-0,79%**	**1,45%**	**0,06%**	**0,91%**	**0,32%**

Fuente: Elaboración Propia a partir de Censos 1992, 2002, 2017 y Proyecciones INE por área

A nivel regional la comuna que disminuyó más la proporción de población en el área rural en el período 2002-2017 fue Peumo que pasó de un 45% de sus habitantes en el área rural a un 16%.

A nivel provincial se espera que al año 2035 la proporción de habitantes en el área urbana en Cachapoal y Colchagua se incremente en 2 puntos porcentuales con respecto al año 2017 alcanzando a 82% y 66% respectivamente, mientras que en la provincia de Cardenal Caro el incremento previsto sea de 5 puntos porcentuales llegando al 54%.

Finalmente, al analizar la evolución de la población por sexo se puede observar un incremento del Índice de Masculinidad en la provincia de Cachapoal que pasaría de 98 hombres por cada 100 mujeres según el censo del año 2017 a 99 hombres por cada 100 mujeres para el año 2035, de acuerdo a las proyecciones del INE; situación similar se daría en la provincia de Colchagua alcanzando a 99 hombres por cada 100 mujeres. La excepción sería Cardenal Caro donde la proporción de hombres se espera disminuya pasando de 106 hombres por cada 100 mujeres a 102 hombres. En términos generales, la Región de O'Higgins tiene el 50% de sus habitantes de género femenino.

En relación con la densidad de población, la comuna más densamente poblada de la región es la capital regional Rancagua con 924 hab/km^2; en segundo lugar está Graneros con 298 hab/km^2; luego siguen Olivar con 288 hab/km^2, y Doñihue 261 hab/km^2. El resto de las comunas de la región tienen densidades significativamente menores.

Al observar cómo ha variado la distribución de la población por rango etario entre los censos del año 1992 y 2017 en el área de análisis se puede ver en el Censo 1992 la pirámide poblacional es progresiva con una tasa de natalidad alta, una menor esperanza de vida y una mayor proporción de población joven; mientras que en el Censo 2017 la pirámide es estacionaria; es decir la tasa de natalidad y mortalidad se reducen y la población envejece, siendo mayor la proporción de mujeres adultas mayores por sobre los hombres.

Otra variable de caracterización de la población es el ingreso de los hogares, el que puede presentarse a través de su valor promedio o mediante su distribución por decil de ingreso. En cualquier caso, se trata de una variable que presenta una fuerte diferenciación por comuna. La Región de O'Higgins ocupa el séptimo lugar entre las regiones con menores ingresos autónomos de todo el país ($979:061) y ocupa la misma posición entre las regiones con los subsidios más altos del país, con $77.809 (CASEN 2022).

Las comunas con menores ingresos autónomos son Navidad y Paredones en la provincia de Cardenal Caro. Navidad tiene un 28% de sus habitantes bajo la línea de pobreza, mientras que Paredones solo un 5,9%.

8.1.2 Servicios

Dado que la oferta de servicios se concentra principalmente en las comunas de mayor tamaño, observándose un déficit en las comunas menores, se genera un flujo de personas hacia las comunas con mayor equipamiento. Ejemplos de estos servicios son la educación, la salud y el comercio, entre los más importantes. La educación puede expresarse en el número de matrículas, y el cálculo de la población en edad escolar permite determinar las zonas o comunas deficitarias y excedentarias de oferta de servicios de educación. Para el caso de la salud y comercio, se aplica un procedimiento análogo al descrito anteriormente.

8.1.2.1 Educación

En relación al nivel de equipamiento educacional, haciendo una estimación a partir de las matrículas de las comunas del área de estudio del año 2023 y las proyecciones de población a nivel comunal del año 2023 generadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) basadas en el último censo poblacional (2017), se observa que en educación los niveles de cobertura son bastante altos a excepción de la educación pre-básica y superior; por lo cual se espera que los desplazamientos para satisfacer esa demanda estén orientados a los estudiantes

de educación superior, dado que los estudiantes de educación pre-básica no generan viajes de manera independiente.

En la región de O'Higgins existe un alto nivel de cobertura en educación básica, en general todas las comunas son cercanas al 100% con excepción de Codegua, Malloa, Requínoa y La Estrella. En educación media, las comunas con menor cobertura son Codegua, Coinco, Malloa, Pichidegua, Chépica, La Estrella, Marchigüe y Navidad; siendo todas inferiores al 50%, por lo cual los estudiantes deben desplazarse hacia otras comunas colindantes con mejor equipamiento para poder satisfacer la demanda por este tipo de servicios.

En educación superior existe baja cobertura en todas las comunas a excepción de la conurbación Rancagua – Machalí donde se concentra la oferta de este tipo de servicios. En consecuencia será un polo atractor de habitantes con propósito estudio.

CUADRO N° 8.1-5: COBERTURA EDUCACIONAL PROMEDIO COMUNAL

Comuna	Nivel de Educación			
	Pre-básica	**Básica**	**Media**	**Superior**
Codegua	35%	68%	46%	0%
Coinco	76%	97%	43%	0%
Coltauco	54%	97%	98%	0%
Doñihue	62%	100%	80%	0%
Graneros	54%	100%	100%	0%
Las Cabras	67%	100%	100%	0%
Machalí	58%	96%	87%	100%
Malloa	38%	73%	20%	0%
Mostazal	31%	93%	52%	0%
Olivar	32%	83%	100%	0%
Peumo	54%	98%	77%	0%
Pichidegua	55%	89%	49%	0%
Quinta de Tilcoco	68%	100%	92%	0%
Rancagua	52%	100%	100%	85%
Rengo	57%	100%	99%	0%
Requínoa	49%	79%	54%	0%
San Vicente	46%	100%	100%	9%
Provincia de Cachapoal	**52%**	**100%**	**97%**	**100%**
Chépica	100%	100%	31%	0%
Chimbarongo	63%	100%	100%	0%
Lolol	49%	100%	57%	0%
Nancagua	73%	100%	100%	0%
Palmilla	70%	100%	73%	0%
Peralillo	59%	100%	100%	6%
Placilla	64%	100%	96%	2%
Pumanque	51%	87%	67%	0%
San Fernando	45%	100%	81%	0%
Santa Cruz	25%	100%	100%	0%
Provincia Colchagua	**49%**	**100%**	**62%**	**0%**
La Estrella	27%	65%	30%	0%
Litueche	48%	93%	72%	0%

Comuna	Nivel de Educación			
	Pre-básica	Básica	Media	Superior
Marchigüe	46%	90%	14%	0%
Navidad	96%	100%	16%	0%
Paredones	65%	100%	100%	42%
Pichilemu	75%	100%	100%	3%
Provincia Cardenal Caro	**57%**	**100%**	**100%**	**15%**
Región de O'Higgins	**54%**	**100%**	**99%**	**100%**

Fuente: Estimación propia a partir de Proyecciones INE 2023

Las mayores tasas de analfabetismo se dan en las provincias de Colchagua y Cardenal Caro con un 5% en cada una; mientras que en Cachapoal alcanza a un 3%. Por otra parte, la comuna con menor cantidad de años de escolaridad se encuentra en la provincia de Cardenal Caro y corresponde a Paredones con 8,4 años.

8.1.2.2 Salud

La región de O'Higgins cuenta con 18 hospitales; tres de ellos corresponden a establecimientos de alta complejidad: Hospital Clínico Fusat Rancagua, Hospital San Juan de Dios de San Fernando y Hospital Dr. Franco Ravera Zunino en Rancagua.

En las comunas de Santa Cruz y Rengo existen dos establecimientos de mediana complejidad, en consecuencia, los pacientes pueden ser derivados a la comuna de Rancagua o San Fernando en caso de requerimientos más complejos.

Existen 14 recintos hospitalarios de baja complejidad; dos de ellos ubicados en Rancagua y los otros en las comunas de Lolol, Chimbarongo, Nancagua, San Vicente, Marchigüe, Peumo, Pichilemu, Pichidegua, Coinco, Litueche y Graneros.

La Red Asistencial está conformada por el conjunto de establecimientos públicos que forman parte del Servicio, los establecimientos municipales de atención primaria de salud territorial y los demás establecimientos públicos o privados que mantienen convenios.

En la base de la pirámide se encuentran establecimientos que brindan atención primaria, es decir, de baja complejidad y amplia cobertura. Aquí están los puestos de salud rural como las postas que atienden a localidades rurales. También se ubican en este nivel los centros de salud primaria urbanos. Estos establecimientos constituyen el primer nivel de referencia de los pacientes hacia niveles de atención más complejos. Este tipo de servicios no generan viajes intercomunales. La red de atención primaria de la región de O'Higgins se encuentra bien distribuida en todo el territorio con cerca de 270 servicios.

Los establecimientos de alta complejidad que se ubican en la cúspide de la pirámide son atractores de viajes de aquellas comunas que no pueden satisfacer ciertas necesidades por propósito salud; en consecuencia, los pacientes deben trasladarse hacia estos recintos. En la región de O'Higgins existen tres hospitales de este tipo dos de ellos ubicados en la capital regional, siendo el hospital Dr. Franco Ravera Zunino el hospital regional y el otro en la capital provincial San Fernando.

Para determinar la cobertura de salud en el área de estudio se consideraron los requerimientos de atenciones primarias mínimas de la población según rango etario. Entre 0 y 9 años se requieren 2 atenciones al año, entre 10 y 19 años se considera 0,66 atenciones por año; en el tramo 20 a 64 años se indica 1 atención al año y en adultos mayores 2 atenciones por año. A partir de estos antecedentes y con la información de las atenciones efectivamente realizadas se estima la cobertura por salud.
En el cuadro que se muestra a continuación se puede observar, que las comunas con menor cobertura en atenciones médicas son: Navidad y Paredones; por lo que requiere que ellos se desplacen en busca de este tipo de servicios a otras zonas con mejor equipamiento.

CUADRO N° 8.1-6: COBERTURA DE SALUD COMUNAL

Comuna	Atenciones Médicas		Cobertura
	Realizadas	Mínimas Requeridas	
Codegua	12.315	17.574	70%
Coinco	6.714	9.945	68%
Coltauco	17.846	27.076	66%
Doñihue	20.037	28.623	70%
Graneros	36.045	45.615	79%
Las Cabras	23.323	33.978	69%
Machalí	52.371	76.468	68%
Malloa	12.775	17.625	72%
Mostazal	20.054	34.571	58%
Olivar	12.898	17.998	72%
Peumo	14.983	18.516	81%
Pichidegua	21.538	26.053	83%
Quinta de Tilcoco	13.199	17.404	76%
Rancagua	281.678	331.932	85%
Rengo	63.237	79.814	79%
Requínoa	24.949	37.871	66%
San Vicente	57.353	64.256	89%
Provincia de Cachapoal	**691.315**	**885.320**	**78%**
Chépica	11.202	20.098	56%
Chimbarongo	29.878	46.732	64%
Lolol	5.283	9.422	56%
Nancagua	15.584	24.071	65%
Palmilla	8.711	16.576	53%
Peralillo	7.898	14.993	53%
Placilla	6.962	11.417	61%
Pumanque	2.385	4.507	53%

San Fernando	82.479	98.776	84%
Santa Cruz	34.861	52.028	67%
Provincia Colchagua	**205.242**	**298.620**	**69%**
La Estrella	2.244	3.950	57%
Litueche	5.089	8.688	59%
Marchigüe	6.626	9.699	68%
Navidad	4.135	9.353	44%
Paredones	4.029	8.058	50%
Pichilemu	19.259	22.906	84%
Provincia Cardenal Caro	**41.381**	**62.653**	**66%**
Región de O'Higgins	**937.938**	**1.246.594**	**75%**

Fuente: Elaboración propia a partir de Atenciones Médicas Región de O'Higgins, 2021

8.1.2.3 Otros Servicios

Se incluye en esta categoría los servicios financieros, judiciales y de seguridad social (que involucra oficinas del INP y FONASA). A partir de los antecedentes reportados se genera un ranking según nivel de equipamiento de servicios para las comunas que forman parte del área de estudio.

Si la comuna cuenta con 1 establecimiento de dicho servicio obtiene 1 punto, si cuenta con 2 establecimientos obtiene 2 puntos, si tiene 3 ó más establecimientos se le asignan 3 puntos. Si no posee dicho servicio tiene 0 punto. De este modo una comuna con el máximo equipamiento obtendrá un total de 9 puntos y ello equivale a un 100% de cobertura de servicios.

En la provincia de Cachapoal la capital regional Rancagua es la que posee la mayor cobertura de servicios básicos (100%) y será polo atractor de viajes con propósito trámites; en segundo lugar, se encuentra la comuna de Rengo y en tercer lugar San Vicente. En la provincia e Colchagua son polos atractores de viajes con propósito trámites las comunas de San Fernando y Santa Cruz.

Como centros generadores de viajes surgen todas aquellas comunas con bajos niveles de cobertura como es el caso de las comunas de Codegua, Palmilla y Pumanque.

CUADRO N° 8.1-7: RANKING DE EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS FINANCIEROS, JUZGADOS Y OFICINAS DE SEGURIDAD SOCIAL

Comuna	N° de Oficinas de Seguridad	N° de Sucursales Financieras	Juzgados	Ranking	Cobertura
Codegua	0	0	0	0	0%
Coinco	1	0	0	1	11%
Coltauco	2	1	0	3	33%
Doñihue	2	1	0	3	33%
Graneros	1	1	1	3	33%
Las Cabras	1	1	0	2	22%
Machalí	0	3	0	3	33%
Malloa	0	1	0	1	11%
Mostazal	2	1	0	3	33%
Olivar	0	1	0	1	11%
Peumo	0	1	1	2	22%
Pichidegua	1	1	0	2	22%
Quinta De Tilcoco	1	1	0	2	22%
Rancagua	6	35	6	9	100%
Rengo	2	9	3	8	89%
Requínoa	0	1	0	1	11%
San Vicente	2	4	2	7	78%
Provincia de Cachapoal	**21**	**62**	**13**	**9**	**100%**
Chépica	1	1	0	2	22%
Chimbarongo	1	1	0	2	22%
Lolol	1	0	0	1	11%
Nancagua	2	1	0	3	33%
Palmilla	0	0	0	0	0%
Peralillo	1	1	1	3	33%
Placilla	0	1	0	1	11%
Pumanque	0	0	0	0	0%
San Fernando	2	10	5	8	89%
Santa Cruz	2	6	4	8	89%
Provincia de Colchagua	**10**	**21**	**10**	**9**	**100%**
La Estrella	1	0	0	1	11%
Litueche	1	1	1	3	33%
Marchigüe	1	0	0	1	11%
Navidad	1	1	0	3	33%
Paredones	1	1	0	2	22%
Pichilemu	2	1	1	4	44%
Provincia Cardenal Caro	**7**	**4**	**2**	**8**	**89%**
Región de O'Higgins	**38**	**87**	**25**	**9**	**100%**

Fuente: Elaboración Propia

8.1.3 Sistema de Actividades

Las actividades productivas prioritarias de la Región de O'Higgins corresponden a la agricultura que se desarrolla en toda la región; la minería concentrada en la zona cordillerana de la provincia de Cachapoal y en menor medida la actividad forestal que se desarrolla en el sector costero de la región.

La minería en O'Higgins se concentra en la producción de cobre y como subproducto del proceso de fundición se obtiene ácido sulfúrico que se utiliza en la lixiviación para obtener cátodos de cobre, entre otros usos.

El principal centro minero de la región es el yacimiento ubicado en la comuna de Machalí. El cobre obtenido en El Teniente es enviado por camión (Ruta H-25) en contenedores hasta la estación de transferencia Olivar donde se carga al ferrocarril y es transportado hasta el puerto de San Antonio o Valparaíso para su destino final; similar situación se da con el ácido sulfúrico que se envía desde San Antonio en cabotaje hacia la zona norte donde se concentra la demanda.

En Chile la fruticultura es una actividad muy relevante. En el año 2024 se contabilizaron 387 mil hectáreas plantadas, de las cuales cerca de 100 mil hectáreas se concentran en la Región de O'Higgins, es decir un 26% del total nacional, destacando el cultivo de cerezos, con 30 mil hectáreas, ciruelas y vid de mesa que en conjunto totalizan un poco más de 21 mil hectáreas.

En la provincia de Cachapoal la comuna donde se observa el mayor incremento de la producción es en Pichidegua con una tasa de 2,6% promedio anual en los últimos tres años. Entre los frutales con mayor crecimiento productivo se encuentran cerezas y ciruelas.

La producción de frutales se concentra principalmente en la provincia de Cachapoal con el 62% de toda la región, después se encuentra la provincia de Colchagua con el 34% y por último la provincia de Cardenal Caro con el 4%. Al observar la variación de la producción en el período 2018-2024 en la región, ésta ha decrecido en un 2,2% promedio anual, lo que se explica por el extenso período de sequía en la zona central del país.

La superficie de cereales en la región de O'Higgins representa el 7% de la superficie nacional. En la última temporada agrícola 2023/24 la región aportó con un tercio a la producción de maíz de todo el país. Esta producción se concentra en las provincias de Colchagua 51% y Cachapoal 47%. Se destacan las producciones de maíz en San Vicente y Chépica cercanas a las 20 mil toneladas en cada una de ellas.

La superficie de hortalizas aporta un 12% al total nacional y la producción se concentra en la provincia de Cachapoal con el 63%. En el año agrícola 2023/24 se estimó un total de 308 mil toneladas, donde cerca del 50% del tonelaje lo aportaron, cebollas, tomates y zapallos.

Una de las agroindustrias más desarrolladas de la región es la de planteles de cerdos. Aquí se concentra el 90% del beneficio de porcinos del país. La industria avícola por su parte representa el 65% de la venta de aves para el consumo del país.

El procesamiento de frutas en la región generó 360 mil toneladas en el año 2023/24 donde destacan la producción de pulpas, deshidratados y aceite de oliva.

La producción de vino en la región en el último año superó las 333 mil toneladas, siendo la segunda productora de vino del país.

La Región de O'Higgins reúne una serie de recursos naturales y culturales que ponen de manifiesto la vocación turística de algunas áreas de su territorio.

Los atractivos de mayor relevancia en el contexto nacional e internacional son el Campamento Minero de Sewell (M.N. y Patrimonio de la Humanidad) y la Ruta del Vino de Colchagua, atractivos que han logrado un notable incremento en el número de visitas y posicionamiento. La oferta turística regional cuenta con otros recursos y atractivos importantes como Lago Rapel, las playas de Pichilemu y Matanzas, ambas vinculadas a la práctica del surf y kitesurf, termas y una serie de actividades asociadas al patrimonio cultural tangible e intangible y a las tradiciones rurales.

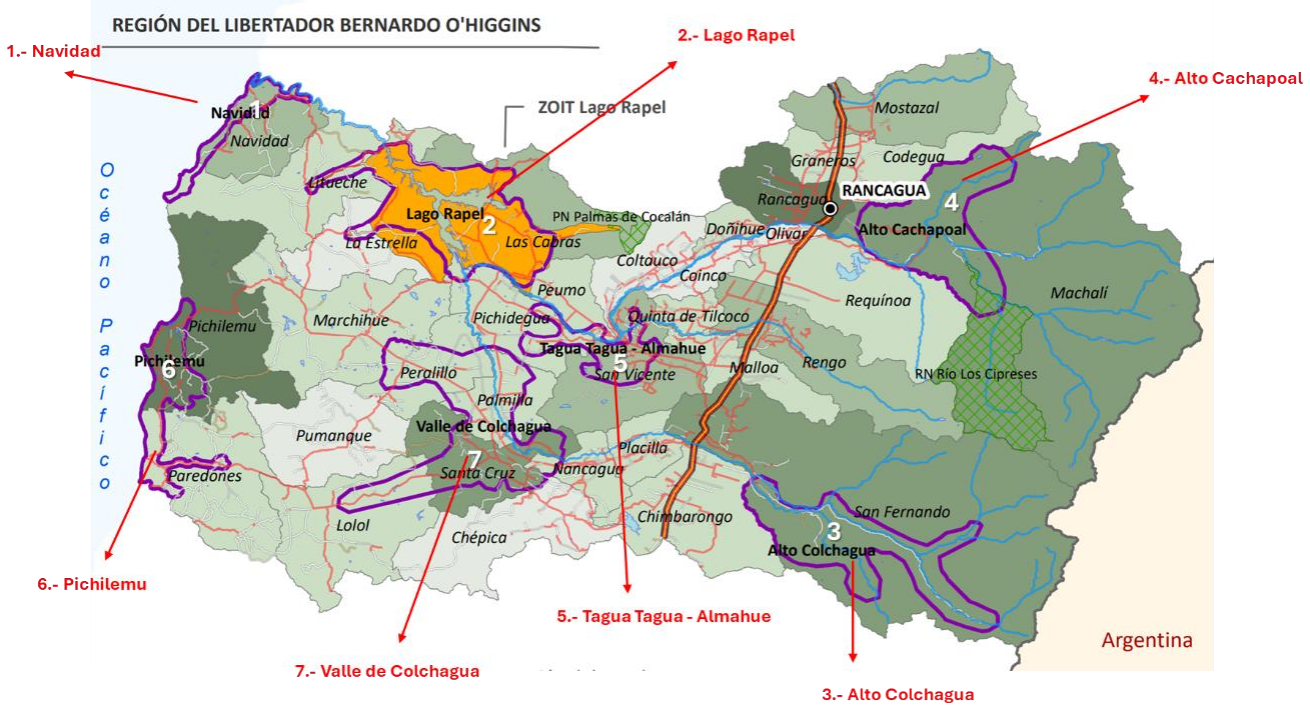
El Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) identifica 7 destinos turísticos en la Región de O'Higgins, 4 con desarrollo Emergente y 3 Consolidado.

CUADRO N° 8.1-8: DESTINOS TURÍSTICOS EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

Provincia	Destino Turístico	Desarrollo	Tipología
Cardenal Caro	**Navidad**	Emergente	Borde costero marino
Cardenal Caro y Cachapoal	**Lago Rapel:** Litueche, La Estrella y Las Cabras	Consolidado	Lacustre, valle y cuenca
Colchagua	**Alto Colchagua:** San Fernando	Emergente	Montaña, valle y cuenca
Cachapoal	**Alto Cachapoal:** Machalí	Emergente	Montaña
Cachapoal	**Tagua-Tagua Almahue:** Sn Vicente, Pichidegua, Peumo	Emergente	Valle y Cuenca
Cardenal Caro	**Pichilemu**	Consolidado	Borde costero marino
Colchagua	**Valle de Colchagua:** Santa Cruz, Peralillo, Palmilla, Lolol	Consolidado	Valle y Cuenca

Fuente: Informe de Intensidad Turística y Definición de Destinos Turísticos, 2021. Subsecretaría de Turismo

FIGURA N°8.1-1: DESTINOS TURÍSTICOS PRIORIZADOS, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2021



La conectividad vial es imprescindible para la actividad turística, facilitando el acceso a los destinos y atractivos, por lo que su ampliación y mejoramiento es un factor positivo a considerar cuando se analiza el sistema turístico regional. Actualmente la Ruta 5 Sur, de doble calzada por sentido, atraviesa la región en su totalidad y la conecta de norte a sur. Otra alternativa de acceso hacia los sectores de Navidad, Pichilemu y Lago Rapel está dada por la Ruta 78 Santiago-San Antonio, tomando desvío en Melipilla hacia la Ruta G-60.

La Ruta 90 facilita la conectividad entre San Fernando y Santa Cruz y es la puerta de entrada a la Ruta del Vino de Colchagua.

En el destino turístico Alto Cachapoal se puede encontrar la Reserva Nacional Río de Los Cipreses. Su acceso desde Rancagua es por carretera del Cobre hasta Coya, luego por camino hacia Pangal, cruzando el río Cachapoal por puente Chacayes para continuar por camino de tierra, posteriormente de asfalto hacia la Reserva. Otra vía de acceso es: desde Ruta 5 Sur, sector Gultro cruce Olivar, se accede por ruta Colinas Verdes hasta Termas de Cauquenes, y continuar a Coya, luego por camino hacia Pangal, cruzando el río Cachapoal y continuar por camino de tierra hacia la Reserva. En el cuadro que sigue se muestra la evolución de visitantes en los últimos 6 años.

CUADRO N° 8.1-9: EVOLUCIÓN DE VISITANTES RESERVA NACIONAL RÍO DE LOS CIPRESES

Año	Total Visitas	Sexo		Rango etario			Residencia		Personas con discapacidad
		Hombre	Mujer	Adulto	Menor	Adulto Mayor	Chile	Extranjero	
2018	32.983	16.546	16.437	21.301	10.476	1.206	32.564	419	227
2019	36.310	18.060	18.250	23.173	11.145	1.992	35.905	405	223
2020	8.298	4.121	4.177	5.510	2.252	536	8.213	85	32
2021	17.414	8.446	8.968	11.125	5.153	1136	17.355	59	126
2022	16.605	8.165	8.440	11.028	4.516	1.061	16.341	264	166
2023	17.454	9.173	8.281	13.308	3.509	637	14.964	2.490	0
2024	18.702	8.689	10.013	12.188	5.062	1.452	18.280	422	418

Fuente: Estadísticas de visitantes SNASPE, SERNATUR.

El *"Plan Especial de Infraestructura MOP de apoyo al Turismo Sustentable a 2030, Región de O'Higgins"* consideró para su elaboración los destinos identificados en el Plan Nacional de Desarrollo Turístico Sustentable y los atractivos turísticos priorizados de la región. En dicho plan se identificó una cartera de 91 proyectos de inversión agrupados en períodos de tiempo corto, mediano y largo plazo hasta el 2030.

CUADRO N° 8.1-10: CARTERA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE APOYO AL TURISMO, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2030

Destinos Turísticos Priorizados	Aero-puertos	APR	Arqui-tectura	Conce-siones	Obras Hidráulicas	Obras Portuarias	Vialidad	Total
Cordillera de San Fernando		1	2				1	**4**
Lago Rapel		2		1		1	1	**5**
Alto Cachapoal	1		2				4	**7**
Matanzas – Navidad		1	1			2	4	**8**
Pichilemu		6	3		1	5	4	**19**
Valle Central		4	1				2	**7**
Valle de Colchagua		11	2		3	1	8	**25**
Valle de Colchagua – Pichilemu			1				1	**2**
Otro destino		3	2				8	**13**
Iloca-Vichuquén-Valle de Colchagua							1	**1**
Total	**1**	**28**	**14**	**1**	**4**	**9**	**34**	**91**

Fuente: Plan Especial de Infraestructura MOP de apoyo al Turismo Sustentable a 2030

Al clasificar los proyectos por provincia se puede notar que cerca del 50% se localizan en la provincia de Colchagua, con atractivos turísticos emergentes y consolidados, mientras que en las áreas donde existe menor desarrollo turístico los proyectos son menores como es el caso de la provincia de Cachapoal.

CUADRO N° 8.1-11: CARTERA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE APOYO AL TURISMO, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2030

Unidad Técnica	Región de O'Higgins			
	Cachapoal	Colchagua	Cardenal Caro	Total
Aeropuertos	1			1
APR	2	17	9	28

Unidad Técnica	Región de O'Higgins			
	Cachapoal	Colchagua	Cardenal Caro	Total
Arquitectura	4	5	5	14
Concesiones	1			1
Obras Hidráulicas		3	1	4
Obras Portuarias	1	1	7	9
Vialidad	6	17	11	34
Total	**15**	**43**	**33**	**91**

Fuente: Plan Especial de Infraestructura MOP de apoyo al Turismo Sustentable a 2030

A continuación se presentan los proyectos de mediano y largo plazo previstos en la cartera que corresponden a los años 2026 y 2030 respectivamente, para los diferentes destinos turísticos priorizados; dado que los proyectos de corto plazo estaban previstos para el año 2021.

CUADRO N° 8.1-12: PROYECTOS DE INVERSIÓN PROVINCIA DE CACHAPOAL

Nombre Iniciativa	Unidad Técnica MOP	Etapa	Plazo
Graneros: Destino Turístico Valle Central			
Mejoramiento a ruta escénica - Ruta H-15/H-15-G, Camino Real Norte (Rancagua hasta cruce H-111)	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Las Cabras: Destino Turístico Lago Rapel			
Mejoramiento y construcción ruta escénica turística - Rancagua - Lago Rapel (túnel por Alhué en RM)	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Machalí: Destino Turístico Alto Cachapoal			
Construcción Aeródromo Machalí	Aeropuertos	Prefactibilidad	Largo
Construcción de centro de información y servicios turísticos (refugio de montaña) - Glaciar Cerro Palomo	Arquitectura	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción ruta escénica - Acceso RN Río Los Cipreses (H-265 desde Coya y camino a Chacayes)	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Construcción ruta escénica mixta - Paso de Las Leñas	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Construcción sendero de caminata - Glaciar Cerro Palomo	Arquitectura	Prefactibilidad	Mediano
Mejoramiento a ruta escénica - Ruta H-35, Machalí-Coya	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Peumo: Destino Turístico Lago Rapel			
Mejoramiento - Ruta 66, Camino De La Fruta	Concesiones	Diseño y ejecución	Mediano
Pichidegua: Destino Turístico Lago Rapel			
Mejoramiento de ribera recreativa - Las Cabras-Peumo	Obras Portuarias	Prefactibilidad	Mediano

Fuente: Plan Especial de Infraestructura MOP de apoyo al Turismo Sustentable a 2030

CUADRO N° 8.1-13: PROYECTOS DE INVERSIÓN PROVINCIA DE COLCHAGUA

Nombre Iniciativa	Unidad Técnica MOP	Etapa	Plazo
Chépica: Destino Turístico Valle de Colchagua			
Construcción APR – Callejones	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Largo
Mejoramiento a ruta escénica - Chépica - Lolol, por Ruta I-776	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Chimbarongo: Destino Turístico Valle Central			
Mejoramiento a Ruta Escénica Ruta I-86, Chimbarongo-Chépica	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Restauración estación de ferrocarriles – Chimbarongo	Arquitectura	Diseño y ejecución	Mediano
Lolol: Destino Turístico Valle de Colchagua			
Construcción APR - Cancha de Maitén	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Largo

Nombre Iniciativa	Unidad Técnica MOP	Etapa	Plazo
Construcción colector de aguas lluvias - Calle Los Alerces, Lolol	Obras Hidráulicas	Ejecución	Mediano
Nancagua: Destino Turístico Valle de Colchagua			
Mejoramiento/ Ampliación APR - Puquillay Alto	Agua Potable Rural	Ejecución	Mediano
Palmilla: Destino Turístico Valle de Colchagua			
Construcción ruta escénica - San Vicente-Santa Cruz	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Construcción Museo del Inquilino - Hacienda El Huique	Arquitectura	Prefactibilidad	Mediano
Reconstrucción patrimonial - Puente Tapado, El Huique	Arquitectura	Prefactibilidad	Mediano
Peralillo: Destino Turístico Valle de Colchagua - Pichilemu			
Mejoramiento a ruta escénica - Ruta 90, Valle de Colchagua – Pichilemu	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Placilla: Destino Turístico Otro Destino			
Mejoramiento a ruta escénica mixta - Ruta I - 400, San Fernando - Lo Moscoso	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Placilla: Destino Turístico Valle de Colchagua			
Mejoramiento de ribera recreativa - Río Tinguiririca, Lo Moscoso	Obras Portuarias	Prefactibilidad	Mediano
San Fernando: Destino Turístico: Cordillera de San Fernando			
Construcción APR y saneamiento - Termas del Flaco	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción camino de acceso a Glaciar Universidad	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Construcción de centro de información y servicios turísticos (Refugio) - Glaciar Universidad	Arquitectura	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción, senderos y miradores - Glaciar Universidad	Arquitectura	Prefactibilidad	Mediano
San Fernando: Destino Turístico: Valle Central			
Construcción APR - La Paloma	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción APR - Los Lingues	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción APR – Roma	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción APR - San José de Los Lingues	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Mediano
Mejoramiento a ruta escénica - Viñas: Río Cachapoal, Requínoa, Rengo y San Fernando (eje paralelo a Ruta 5 al oriente)	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
San Fernando: Destino Turístico Valle de Colchagua			
Construcción colector de aguas lluvias - San Fernando	Obras Hidráulicas	Ejecución	Mediano
San Fernando: Destino Turístico Otro Destino			
Construcción ruta escénica turística - Paso Las Damas por Ruta I-45 (desde Termas del Flaco)	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Mejoramiento a ruta escénica turística - Ruta I-45, camino a Termas del Flaco	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Santa Cruz: Destino Turístico Valle de Colchagua			
Construcción colectores de aguas lluvias - Santa Cruz	Obras Hidráulicas	Diseño y ejecución	Largo
Mejoramiento a ruta escénica - Pueblos del Valle de Colcha - gua (San Fernando-Placilla-Chépica-Sta. Cruz-Peralillo-Pumanque-Nilahue)	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano

Fuente: Plan Especial de Infraestructura MOP de apoyo al Turismo Sustentable a 2030

CUADRO N° 8.1-14: PROYECTOS DE INVERSIÓN PROVINCIA CARDENAL CARO

Nombre Iniciativa	Unidad Técnica MOP	Etapa	Plazo
La Estrella: Destino Turístico Otro Destino			
Mejoramiento a Ruta Escénica Mixta, del Secano Interior Norte (Colhue-Marchigüe-La Estrella-Litueche-Central Rapel-límite regional)	vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Marchigüe: Destino Turístico Valle de Colchagua Pichilemu			

Nombre Iniciativa	Unidad Técnica MOP	Etapa	Plazo
Construcción senda no motorizada paralela a línea férrea - Faja del ramal San Fernando- Pichilemu	Arquitectura	Prefactibilidad	Mediano
Navidad: Destino Turístico Matanzas - Navidad			
Construcción ciclo - vía sector costero - Circuito La Boca - Matanzas – Navidad	Vialidad	Prefactibilidad	Largo
Construcción mirador – Puertecillo	Arquitectura	Diseño y Ejecución	Largo
Construcción ruta escénica - Ruta G-888, Navidad – Matanza	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Construcción ruta escénica - Rutas G-880/G-890, Límite regional - La Boca – Matanzas	Vialidad	Diseño y Ejecución	Largo
Mejoramiento ribera recreativa e interpretativa - Desembocadura Rapel	Obras Portuarias	Prefactibilidad	Largo
Mejoramiento y construcción ruta escénica - Navidad y costa norte de O'Higgins (Litueche - Navidad - Matanzas - Puertecillo - Litueche)	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Paredones: Destino Turístico Iloca – Vichuquén – Valle de Colchagua			
Mejoramiento a ruta escénica mixta - Santa Cruz - Lolol - San Pedro de Alcántara - Lo Valdivia	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Pichilemu: Destino Turístico Pichilemu			
Construcción APR – Barrancas	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Largo
Construcción APR - Punta de lobos	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Largo
Construcción APR - Sector Catrianca, Punta de Lobos	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Largo
Construcción APR - Sector el Pangal	Agua Potable Rural	Diseño y ejecución	Largo
Construcción centro de interpretación del paisaje salinero – Barrancas	Arquitectura	Diseño y ejecución	Largo
Construcción ciclo - vía sector costero - Pichilemu - Punta de Lobos	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Construcción colectores de aguas lluvias - Pichilemu (diagnóstico PM evacuación y drena - je de aguas lluvias)	Obras Hidráulicas	Ejecución	Largo
Construcción costanera turística, borde costero - Pichilemu - Punta de Lobos	Obras Portuarias	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción costanera turística, borde costero - Punta de Lobos – Cáhuil	Obras Portuarias	Diseño y ejecución	Mediano
Construcción infraestructura de información y servicios Turísticos - Playa Pichilemu	Arquitectura	Diseño y ejecución	Largo
Construcción ruta escénica - Navidad -Pichilemu por el interior	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Mejoramiento a ruta escénica - Pichilemu-Pañul-Salineras de Barrancas-Cáhuil	Vialidad	Diseño y ejecución	Mediano
Mejoramiento a ruta escénica - Ruta Costera Pichilemu - Límite sur regional	Vialidad	Prefactibilidad	Mediano
Restauración edificio patrimonial - Centro cultural Agustín Ross	Arquitectura	Diseño y ejecución	Largo

Fuente: Plan Especial de Infraestructura MOP de apoyo al Turismo Sustentable a 2030

Junto con las iniciativas anteriores, como una manera de potenciar y fortalecer el turismo se requiere considerar un mejoramiento de la infraestructura regional, incorporando señalética asociada al turismo, ciclovías para apoyar el desarrollo del Enoturismo asociado a la industria vitivinícola, como también el turismo de montaña.

8.2 Diagnóstico Instrumentos de Planificación Territorial

Se realiza un análisis de los Instrumentos de Planificación Territorial que se encuentran disponibles, tanto a nivel nacional como regional que pudieran tener relevancia con respecto a la regulación del uso de suelo.

Existen en la Región de O'Higgins diferentes Instrumentos de Planificación Territorial. (IPTs): Entre ellos están la Política Nacional de Ordenamiento Territorial, Estrategia Regional de Desarrollo y el Plan Regional de Desarrollo Urbano. A nivel intercomunal se encuentran vigentes los Planes Reguladores Intercomunales (PRI) de Rancagua, Río Claro, Borde Costero y Lago Rapel.

8.2.1 Política Nacional de Ordenamiento Territorial

La Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) fue aprobada en el año 2021 y tiene como finalidad ser la articuladora de políticas, planes e instrumentos con la capacidad de conducir y coordinar las iniciativas que inciden en el territorio. Orienta la acción del Estado como de actores privados en un horizonte de 30 años.

La política se estructura sobre cinco ejes estratégicos:

- ✓ Sistema de Asentamientos Humanos
- ✓ Sistema Económico-productivo
- ✓ Sistema Natural
- ✓ Sistema de Infraestructura y logística
- ✓ Sistema Socio-territorial Integrado

PNOT reconoce dos grandes condiciones territoriales transversales: riesgo de desastres (naturales y antrópicos) y los desafíos para adaptarse al cambio climático.

Sistema de Asentamientos Humanos:

Promover la integración entre asentamientos urbanos y rurales, disminuyendo la disparidad en la provisión de servicios e infraestructura. Fomentar la ocupación equilibrada del territorio, estableciendo condiciones para la expansión urbana. Considerar en los instrumentos de ordenamiento territorial los posibles riesgos de desastres promoviendo una ocupación segura del territorio. Fomentar comunicaciones, conectividad operativa e infraestructura crítica y resiliente para responder a emergencias.

Sistema Económico-Productivo:

Desarrollo económico que permita el despliegue de las potencialidades de manera sustentable, minimizando efectos negativos de las actividades que puedan afectar el bienestar de los habitantes.

Organizar el desarrollo de encadenamientos económico-productivos que promuevan la agregación de valor para el territorio. Impulsar una matriz hídrica y energética diversificada y sustentable.

Sistema Natural:

Impulsar el desarrollo sustentable del territorio y sus recursos naturales, promover la gestión integrada de áreas con ecosistemas que superan las divisiones político administrativas; conservando la diversidad biológica y el uso sustentable de los recursos. Propiciar inversiones en infraestructura que contribuyan al uso sustentable de recursos naturales críticos (agua, energías renovables y suelos). Reconocimientos de áreas protegidas; promover los atributos naturales y culturales del territorio. Conservar y salvaguardar el patrimonio cultural, material e inmaterial respetando diversidad y tradiciones de comunidades locales.

Sistema de Infraestructura y logística:

Contribuir a mayor cohesión social y territorial, fortaleciendo la conectividad que mejoren y faciliten la accesibilidad y movilidad de las personas, bienes y servicios, con énfasis en aquellos territorios más aislados. Mejorar sistemas de transporte, seguridad y tiempos de traslado. Integrar el territorio considerando las necesidades económicas, sociales y ambientales por medio de redes de telecomunicaciones, conectividad digital, energética, red hídrica, ecológica y de transporte y movilidad.

Sistema Socio-territorial integrado

La PNOT reconoce la importancia de la integración de las políticas públicas que consideren las formas de vida y cultura local, ruralidad, conectividad fronteriza como necesidades de infraestructura portuaria, de transportes, etc.

Las redes e infraestructura que exceden al ámbito regional son:

- ✓ Redes de caminos públicos y sus fajas integradas por caminos nacionales y regionales.
- ✓ Red de aeropuertos y aeródromos
- ✓ Redes de energía eléctrica y de hidrocarburos
- ✓ Redes e instalaciones de telecomunicaciones
- ✓ Infraestructura de riego
- ✓ Obras portuarias de conectividad o rutas de conectividad interregional, internacional
- ✓ Obras de protección contra riesgos naturales y antrópicos
- ✓ Redes de monitoreo hidrométrico, oceanográfico, sísmico y de glaciares
- ✓ Sistemas logísticos de influencia interregional (instalaciones portuarias, red férrea, centros de transferencia de carga, transferencia intermodal.

8.2.2 Estrategia Regional de Desarrollo Región de O'Higgins

La Región de O'Higgins cuenta con la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) aprobada en diciembre de 2024 que corresponde al período 2025-2036; que se describe a continuación.

La ERD es el instrumento que rige la planificación regional a largo plazo y su principal utilidad es mostrar cómo se logrará el desarrollo de la región. En ella se definen las políticas públicas a ser ejecutadas por el Gobierno Regional.

La imagen objetivo de la región es: "La región de O'Higgins se consolidará como un referente de desarrollo sostenible, priorizando la revitalización de recursos naturales y la adaptación al cambio climático. Garantizará bienestar social y la seguridad de las personas mediante servicios accesibles, infraestructura moderna y conectividad, apoyados por una gestión inclusiva, equitativa y abierta a la ciudadanía. Promoverá una matriz productiva diversificada, con clústeres en áreas emergentes como el turismo y una agricultura avanzada, impulsados por la educación técnica y el talento humano en constante desarrollo. Valorará el patrimonio cultural, fortalecerá la agricultura familiar campesina y fomentará la descentralización mediante alianzas público privadas, integrando equidad de género y soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar retos ambientales y productivos.*"*

En la estrategia se definieron 7 Unidades de Desarrollo Estratégico (UDE)

Unidad de Desarrollo Estratégico 1

Las comunas que forman parte de esta UDE1 (Navidad, Litueche y La Estrella) están conectadas mediante las rutas G-880, I-20, G-60 e I-80-G, estas últimas conectan la región con el puerto de San Antonio y la Región Metropolitana. En esta unidad predominan las actividades agrícolas y el turismo con desafíos vinculados a la gestión hídrica y la modernización de las cadenas productivas.

No se detectaron iniciativas atingentes al estudio.

Unidad de Desarrollo Estratégico 2

Las comunas que conforman esta unidad son: Marchigüe, Pichilemu y Paredones. Esta UDE combina actividades agropecuarias y turismo costero.

Las iniciativas prioritarias atingentes al estudio son:

- Fortalecimiento de rutas turísticas que potencien atractivos naturales y culturales en Pichilemu y Marchigüe.

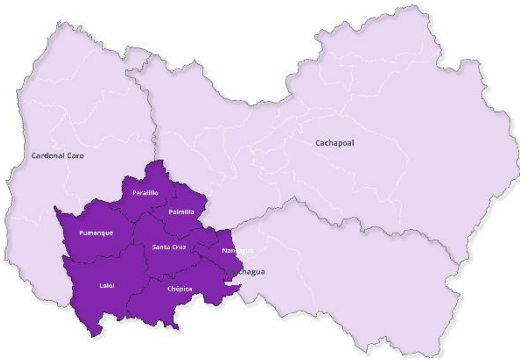
Unidad de Desarrollo Estratégico 3

Formada por las comunas de Las Cabras, Peumo, San Vicente y Pichidegua. La economía está centrada en agroindustria y servicios.

No se detectaron iniciativas atingentes al estudio.

Unidad de Desarrollo Estratégico 4

Esta unidad está compuesta por las comunas de Chépica, Lolol, Nancagua, Palmilla, Peralillo, Pumanque y Santa Cruz. Se destaca por su actividad vitivinícola y desarrollo turístico asociado a su patrimonio cultural y natural.



La iniciativa prioritaria atingente al estudio es:

- Mejoras en la conectividad vial y digital para facilitar el acceso a mercados y potenciar turismo rural en comunas de Lolol y Chépica.

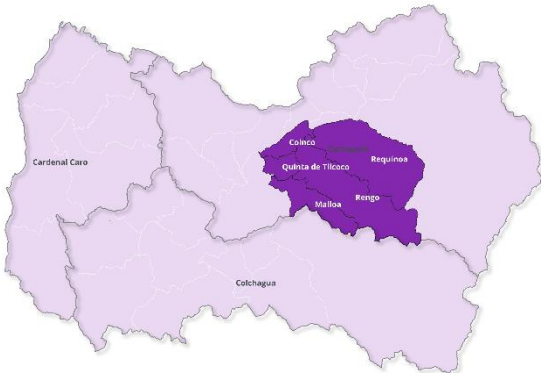
Unidad de Desarrollo Estratégico 5

Conformada por las comunas de Codegua, Coltauco, Doñihue, Graneros, Machalí, Olivar, San Francisco de Mostazal y Rancagua. La red vial del territorio se estructura en base a la Ruta 5, que atraviesa la región de norte a sur y a la Carretera del Cobre.

No se detectaron iniciativas atingentes al estudio.

Unidad de Desarrollo Estratégico 6

Territorio formado por las comunas de Coinco, Malloa, Quinta de Tilcoco, Rengo y Requínoa. La red vial se estructura en base a la Ruta 5. Esta UDE depende de la agricultura de subsistencia y pequeñas agroindustrias.

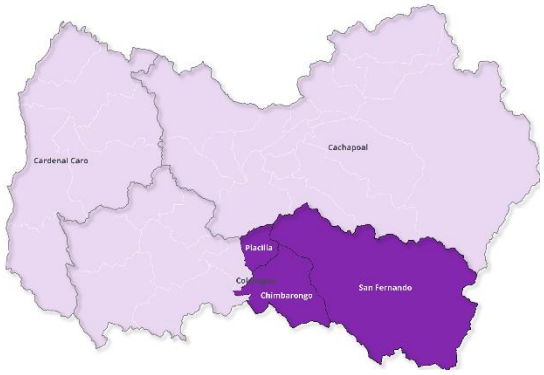


La iniciativa prioritaria atingente al estudio es:

- Incentivar las actividades de turismo rural.

Unidad de Desarrollo Estratégico 7

El territorio está compuesto por las comunas de San Fernando, Placilla y Chimbarongo. Fuerte actividad vitivinícola y silvoagropecuaria.



No se detectaron iniciativas atingentes al estudio.

Dentro de los ámbitos estratégicos considerados, el de Conectividad y Ordenamiento Territorial es el que más se vincula al presente estudio. Se destaca en la ERD que la región enfrenta limitaciones en conectividad vial y planificación territorial, lo que impacta el acceso a servicios y oportunidades, especialmente en áreas rurales. La insuficiencia vial se refleja en un índice de suficiencia vial (km de vías respecto a la población), que deja a la Región de O'Higgins en el undécimo lugar nacional en suficiencia vial. De ello se desprende que la densidad de vías es insuficiente para la población, afectando la movilidad.

Se plantea además que la región es la cuarta a nivel nacional con más solicitudes de parcelación, indicando un desarrollo territorial desordenado.

La Estrategia Regional de Desarrollo vincula los requerimientos de infraestructura vial con el desarrollo territorial de varias maneras:

Acceso Equitativo: La estrategia reconoce las disparidades en el acceso a servicios y oportunidades económicas en toda la región. Las mejoras en las redes de carreteras se consideran un medio para conectar las áreas periféricas con los centros regionales, permitiendo a los residentes acceder a la educación, la atención médica, el empleo y otros servicios esenciales. Esto contribuye a la equidad territorial al reducir el aislamiento y promover una mayor inclusión social.

Desarrollo Turístico: La estrategia identifica el turismo como un sector prometedor para la diversificación económica y la sostenibilidad. Se considera que la mejora de la infraestructura vial es vital para conectar las atracciones turísticas, facilitar el viaje de los visitantes y apoyar el desarrollo de negocios relacionados con el turismo en varias partes de la región. Esto, a su vez, apoya el crecimiento económico y el desarrollo territorial en áreas con potencial turístico.

Transporte Eficiente: La estrategia tiene como objetivo diversificar la matriz productiva, lo que significa que es vital promover y fomentar opciones de transporte efectivas.

Desarrollo Sostenible: Mediante la implementación de prácticas de transporte sostenible. Esto, a su vez, apoya opciones más centradas en el medio ambiente, como el transporte público y el ciclismo.

8.2.3 Plan Regional de Desarrollo Urbano Región de O'Higgins

El Plan Regional de Desarrollo Urbano de la Región de O'Higgins (PRDU) 2012 es un instrumento indicativo y orientador, para los instrumentos de planificación de menor jerarquía. Propone un marco de referencia en materia de planificación y gestión del territorio para ser aplicado en el ámbito urbano correspondiente de la Región. Los lineamientos del plan se refieren a los criterios y recomendaciones para orientar en el largo plazo el proceso de desarrollo de los centros poblados de la Región, la estructuración del sistema urbano, sus áreas de influencia recíproca y sus relaciones espaciales y funcionales, con el fin de lograr un buen aprovechamiento del territorio tanto urbano como rural. El plan comprende 6 lineamientos.

<u>Lineamiento 1:</u> Estructuración del Sistema Regional de Centros Poblados

El sistema urbano de la región se organiza en torno a nueve centros gravitantes, con Rancagua como núcleo principal. Estos centros están agrupados en **seis sistemas territoriales**, cuatro

en el área central (como el eje de la carretera longitudinal y sistemas agro-turísticos) y dos en el área interna (como el sistema costero y centros independientes).

Los sistemas del territorio central son:

- Eje urbano estructurante de la carretera longitudinal, que contiene el centro regional Rancagua.
- Sistema urbano-agrícola central, comprendido entre los centros de Rancagua, el centro microrregional de San Vicente y Pelequén.
- Sistema urbano de apoyo agro-turístico. Conformado principalmente por el centro urbano de Las Cabras, definida como la capital del turismo lacustre.
- Eje de penetración del sur, compuesto por los centros microrregional de San Fernando y el centro capital agrícola de Santa Cruz.

Los sistemas del territorio interno son:

- Sistema urbano del borde costero, cuya materialización está asociada al eje costero entre Matanzas al norte y Bucalemu, al sur.
- Sistema interior de centros independientes, estructurado en torno a centros comunales independientes, pero conectados entre sí.

Se definen orientaciones para el desarrollo urbano según las características de seis tipos de territorio (costero, lacustre, secano, valle central norte y sur, y andino), destacando la importancia de conservar sus atributos naturales, fomentar actividades productivas específicas (como el turismo, la agricultura o la silvicultura), e incorporar estos criterios en la planificación urbana.

También se identifican zonas con **limitaciones al desarrollo urbano**, como áreas protegidas, de infraestructura crítica o afectas a riesgos naturales, las cuales requieren regulaciones especiales en los instrumentos de planificación.

Lineamiento 2: Requerimientos de Infraestructura

Rancagua y otras comunas del sistema intercomunal (como Machalí, Requínoa y Rengo) necesitan importantes inversiones en infraestructura vial, sanitaria y energética, especialmente debido a su rápido crecimiento poblacional. Se recomienda descentralizar la expansión urbana hacia zonas complementarias como Olivar, Codegua, Graneros, Mostazal. Es necesario otorgar estándar de vía expresa a la carretera El Cobre Presidente Eduardo Frei Montalva, que debe absorber los flujos entre Rancagua y Machalí.

San Fernando destaca en Colchagua, mientras que Pichilemu en Cardenal Caro requiere consolidación mediante mejoras sanitarias y de espacios públicos. En todas las provincias se sugieren **mejoras viales para facilitar la conectividad y el desarrollo económico**.

Lineamiento 3: Asentamientos con tratamiento Prioritario

Se da especial énfasis a **Sewell**, por su valor como Patrimonio de la Humanidad, para potenciarlo como centro turístico. También se identifican múltiples localidades con valor patrimonial que requieren estudios y acciones de conservación, según lo establecido en la normativa urbana vigente.

Lineamiento 4: Prioridades de Formulación de Instrumentos de Planificación Territorial

Se privilegia la elaboración de los siguientes instrumentos necesarios para orientar el desarrollo armónico del territorio rural.

Plan Regulador Intercomunal Andino
Plan Regulador Intercomunal Tinguiririca
Plan Regulador Intercomunal Borde Costero
Plan Regulador Intercomunal Río Claro
Plan Regulador Intercomunal San Fernando – Chimbarongo
Plan Regulador Intercomunal Cachapoal Poniente
Plan Regulador Intercomunal Lago Rapel

Lineamiento 5: Estudios que orientan el Desarrollo Integral de la Región

Se identifican dos áreas clave para apoyar el crecimiento armónico de la región:

- **Actividades productivas**: Estas deben desarrollarse respetando la convivencia con los centros poblados, minimizando impactos negativos como emisiones o saturación vial, y garantizando la infraestructura necesaria. Se sugiere elaborar un diagnóstico territorial actualizado que identifique la distribución y efectos de estas actividades.

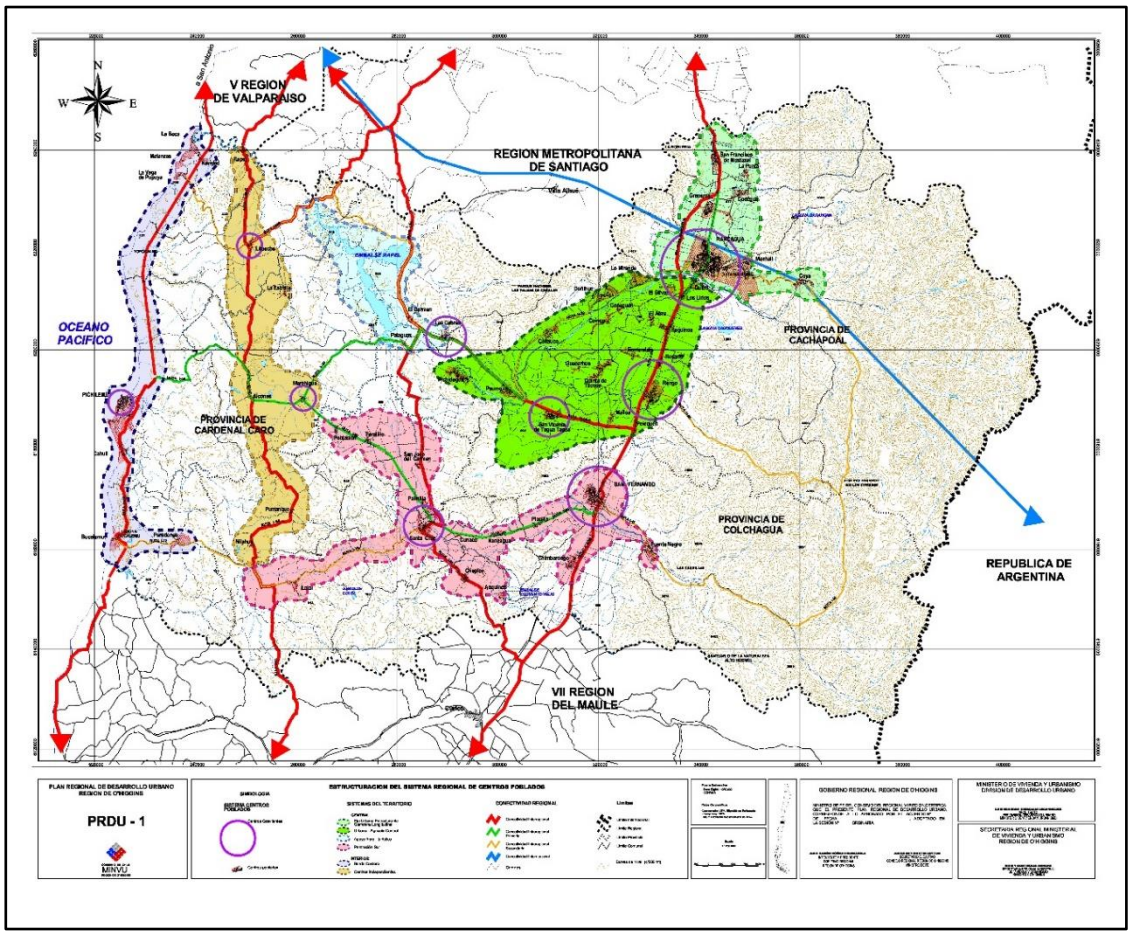
- **Equipamiento y servicios**: Para sostener el crecimiento poblacional proyectado en las zonas centrales, es fundamental contar con suficiente infraestructura urbana. Se recomienda realizar un estudio diagnóstico que detecte carencias y proponga estrategias para fortalecer la red de servicios y equipamientos.

Lineamiento 6: Metas estimadas de crecimiento de los centros poblados

Se plantea un escenario optimista de crecimiento regional, con un aumento demográfico proyectado del 25% respecto al promedio de los últimos 20 años. Este crecimiento se concentrará en el sector norte de la región, manteniendo la actual jerarquía entre centros poblados.

Se prevé un impulso particular en centros urbanos ligados a la actividad agroexportadora, con impactos positivos en empleo y servicios. Este escenario debe ser considerado al formular instrumentos de planificación urbana.

FIGURA N°8.2-1: PLANO PRDU REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS



Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

8.2.4 Plan Regulador Intercomunal Rancagua

El Plan Regulador Intercomunal Rancagua data del año 2010, en adelante el Plan, regula y orienta el proceso de desarrollo territorial de las áreas urbanas y rurales de las comunas de Rancagua, Graneros, Mostazal, Codegua, Machalí y Olivar.

- La Red Vial Estructurante del PRI de Rancagua se clasifica en vías Expresas y Troncales. La vía expresa identificada es:
  - ✓ Ruta 5 Sur

- La vialidad troncal corresponde a corredores longitudinales y transversales. Los corredores son:

  - ✓ Ruta H-10 Camino Longitudinal Antiguo
  - ✓ Ruta H-15 Av. La Compañía
  - ✓ Bello Horizonte
  - ✓ Ruta H-111
  - ✓ Ruta H-11
  - ✓ Ruta H-177

- ✓ Ruta H-189
- ✓ Ruta H-17
- ✓ Variante H-17
- ✓ Av. Parque Intercomunal O'Higgins
- ✓ Circunvalación Norte
- ✓ Camino Las Rosas
- ✓ Av. República de Chile
- ✓ Av. Hernán Ciudad
- ✓ Camino a Machalí (Miguel Ramírez)
- ✓ Escrivá de Balaguer (H-255)
- ✓ Av. Lib. Gral. Bdo. O'Higgins
- ✓ Av. Millán
- ✓ Carretera El Cobre
- ✓ Costanera Borde Norte Río Cachapoal
- ✓ Calle Arturo Prat
- ✓ Av. San Juan
- ✓ Av. El Parque
- ✓ H-40
- ✓ Camino a Tuniche
- ✓ Av. Kennedy
- ✓ Av. España
- ✓ Diagonal Doñihue
- ✓ Av. Las Torres
- ✓ Variante Ruta H-30
- ✓ Río Loco
- ✓ Calle Nueva Local

Áreas de protección de recursos de valor patrimonial cultural (APVP). En este grupo se reconocen zonas típicas y monumentos históricos.

Zonas Típicas:

- Entorno de la iglesia de La Merced Año 1974.
- Plazuela del Instituto O'Higgins (Estado/Ibieta, Rancagua). Año 1980
- Plaza de Los Héroes y su entorno. Año 1998

Monumentos Históricos:

Comuna	Denominación Oficial	Tipo Decreto	Nº Decreto	Publicación Diario Oficial
Mostazal	Estación de Ferrocarriles de San Francisco de Mostazal	DS	6006	10-09-1981
Graneros	Casa Hodgkinson	DS	521	17-04-1990
Codegua	Pukara del Cerro de la Compañía	DS	1191	11-03-1992
Rancagua	Iglesia de la Merced	DS	10616	11-11-1954
Rancagua	Casa de don Calixto Rodriguez	DS	725	24-01-1980
Rancagua	Casa del Pilar Esquina o de Piedra	DS	725	24-01-1980
Rancagua	Casa Patronal del Ex Fundo El Puente	DS	304	29-05-1984
Rancagua	Gobernación Provincial de Cachapoal	DS	284	24-06-1994

8.2.5 Plan Regulador Intercomunal Río Claro

El Plan Regulador de Río Claro regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de las comunas de Rengo, Requínoa, Malloa, Quinta de Tilcoco y Coinco en el total de los límites administrativos de las respectivas comunas.

Entre las áreas de restricción se mencionan las áreas inundables por crecidas y desbordes del Río Claro, Río Cachapoal, Esteros Tipaume, Rigolemu, Pichiguao, Antivero, y otros cauces menores en quebradas; y a las zonas de preservación de las riberas de sus cauces. Sólo se permite la explotación agrícola y silvícola del suelo, restringiendo el desarrollo de instalaciones complementarias para estas actividades productivas

8.2.6 Plan Regulador Intercomunal Borde Costero

Este instrumento regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de las comunas de Navidad, Litueche, Pichilemu y Paredones, para el total de sus límites administrativos que por sus relaciones se integran en una unidad urbana. En esencia es un instrumento para guiar el crecimiento y el desarrollo de la zona costera de O'Higgins buscando un equilibrio entre el uso del territorio y la protección del medio ambiente.

Este PRI fue realizado el año 2012 y se encontraría desactualizado.

8.2.7 Plan Regulador Intercomunal Lago Rapel

Este Instrumento de Planificación regula la totalidad de la comuna de la Estrella y partes de las comunas de Las Cabras, Pichidegua y Litueche.

El plan define zonas de preservación:

- ✓ ZP1 Preservación de playas y riberas de embalse, riberas de cauces naturales y deltas.
- ✓ ZP2 Preservación de riberas de cauces naturales y microcuencas en el embalse Rapel
- ✓ ZP3: Desembocadura de ríos y esteros con condiciones para futuras actividades turísticas

El plan plantea definir nuevas conectividades que permitan mejorar los tiempos de traslado al interior de la inter-comuna y a nivel regional por parte de los asentamientos existentes, considerando mayores niveles de jerarquización funcional de los corredores de transporte que reduzcan los efectos de fricción entre el sistema urbano residencial y las actividades productivas.

8.3 Proposición Preliminar de Alternativas de Proyecto

8.3.1 Presentación

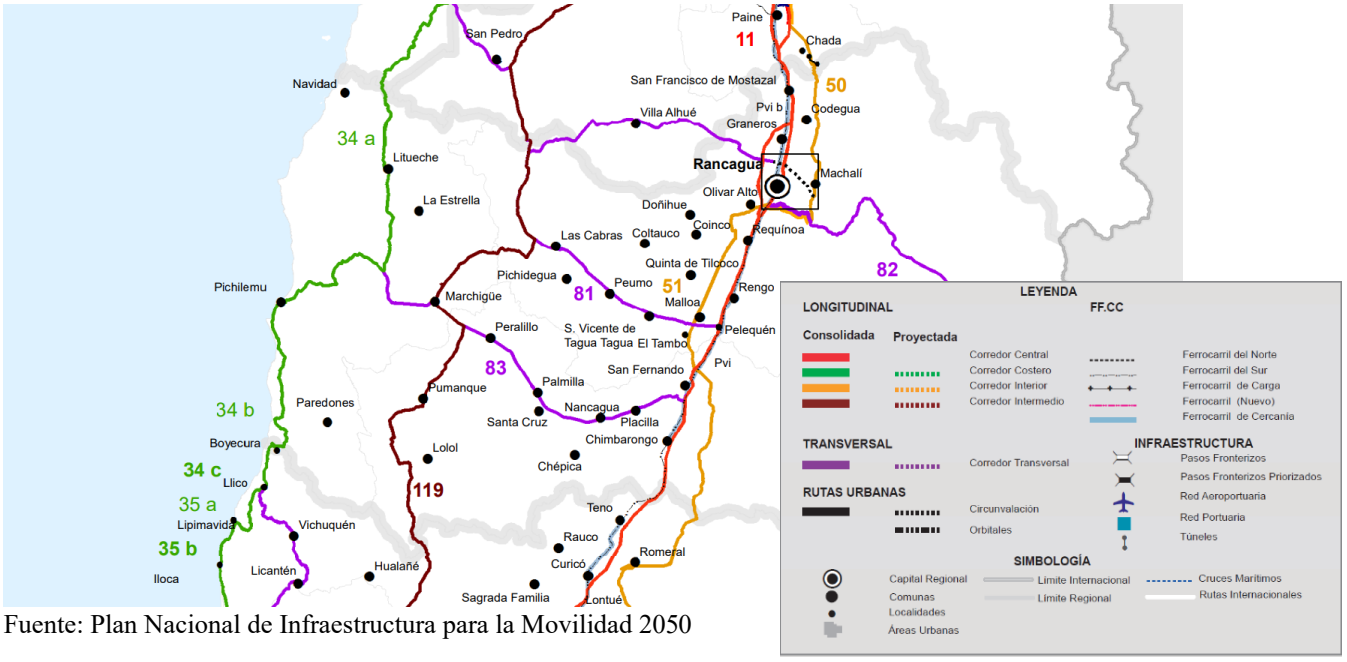
Para la identificación de alternativas de proyecto, se realizó un diagnóstico del sistema regional de actividades, se analizaron algunos estudios de planificación regional y de la infraestructura del área de estudio, que pueden servir de referencia en la definición de propuestas.

Las alternativas de proyecto se plantean en un horizonte de mediano y largo plazo, consistente con los cortes temporales especificados en los Términos de Referencia (2025, 2030 y 2040). Los proyectos que se proponen, se orientan a integrar el territorio, potenciar actividades productivas y facilitar el desarrollo económico.

8.3.2 Propuestas de proyectos provenientes de estudios anteriores

Si bien existen proyectos aún no implementados en las propuestas del Plan Director de Infraestructura y el Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 - Región de O'Higgins, resulta de interés considerar las propuestas del estudio más reciente Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2050, que resume algunas propuestas anteriores de carácter estratégico.

FIGURA N° 8.3-1: PROYECTOS PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD 2050



Fuente: Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2050

En sentido longitudinal, de poniente a oriente, se encuentran las siguientes propuestas:

- Corredor costero (34-35), está compuesto por los tramos Lim Regional – Litueche - Pichilemu (34a), Pichilemu - Boyecura (34b) y tramos de la Región del Maule (34c, 35a, 35b).
- Corredor intermedio (119): está compuesto por los tramos Lim Regional – Pichidegua – Marchigue – Pumanque- Lolol y Lim Sur.
- Longitudinal central (asociado a proyecto 11) entra en un periodo de relicitación con mejorías de estándar para el tramo Santiago – Talca con 3 pistas por sentido.
- Corredor interior (proyectos 50-51): Considera un proyecto de túnel en la cuesta de Chada, conectando Santiago con Machalí y su continuación al poniente de Ruta 5entre Olivar Alto y San Fernando, con una proyección al oriente hasta Romeral (Región del Maule).

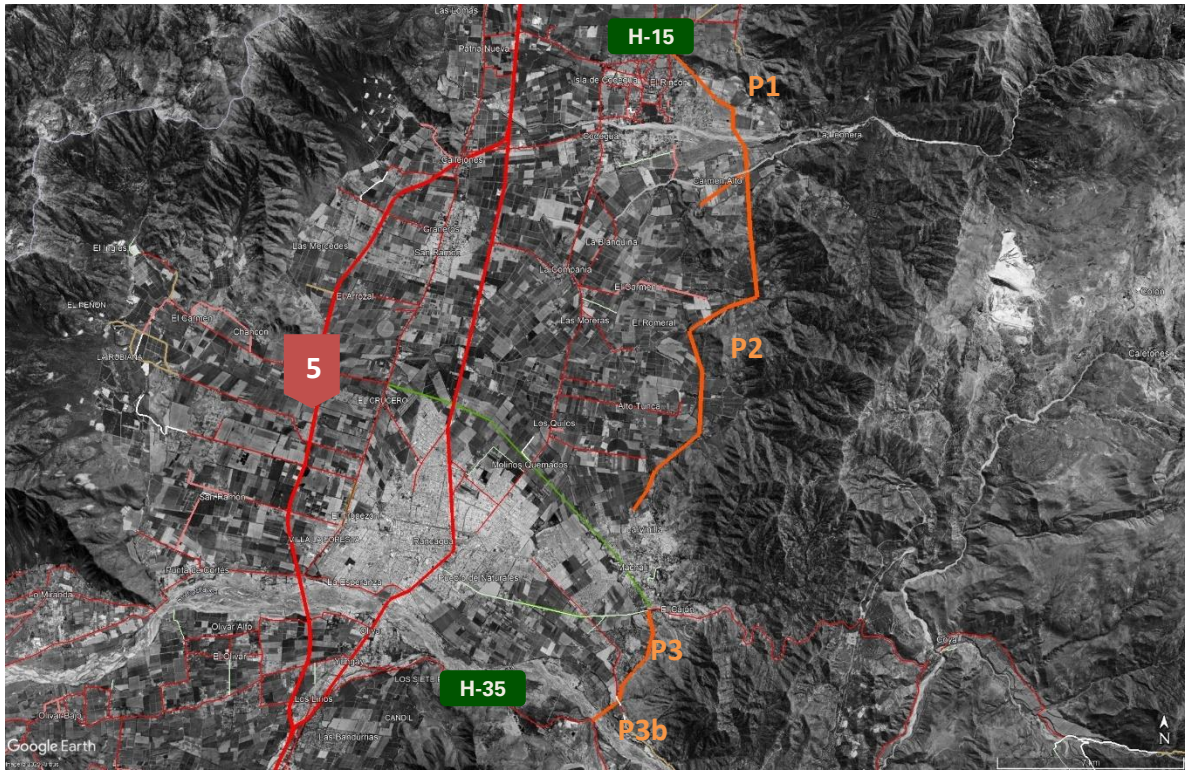
En sentido transversal, se incluye:

- El bypass a Rancagua por el norte le da continuidad al proyecto 82 Alhué-Las Leñas
- El corredor transversal del tramo 81 San Antonio - Pelequén se transforma en autopista. En la región se destaca el tramo Pelequén – Las Cabras
- El corredor transversal (proyecto 83) San Fernando-Pichilemu se construye paulatinamente en una carretera de doble calzada durante los 2 decenios hasta el 2040.

De este estudio se han considerado propuestas compatibles con el corredor interior y la parte sur del corredor intermedio.

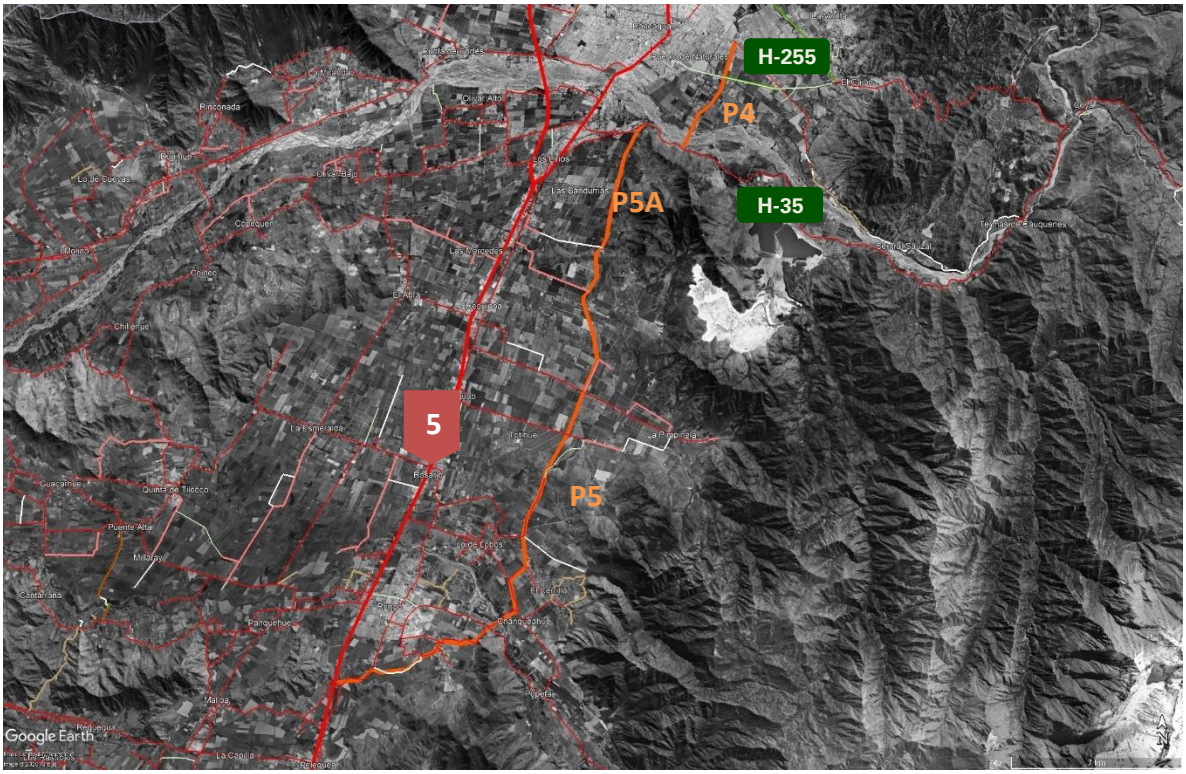
Para implementar el corredor interior entre Chada y Machalí se identificaron las propuestas 1, 2, 3 y 3b, que se pueden analizar por separado y en conjunto, generando una conexión entre la ruta H-15 al norte de Codegua con Machalí y que se proyecta hasta el sur, cruzando el río Cacahapoal para empalmar con la ruta H-35.

FIGURA N° 8.3-2: PROYECTOS CONEXIÓN CORREDOR INTERIOR- CHADA A MACHALÍ



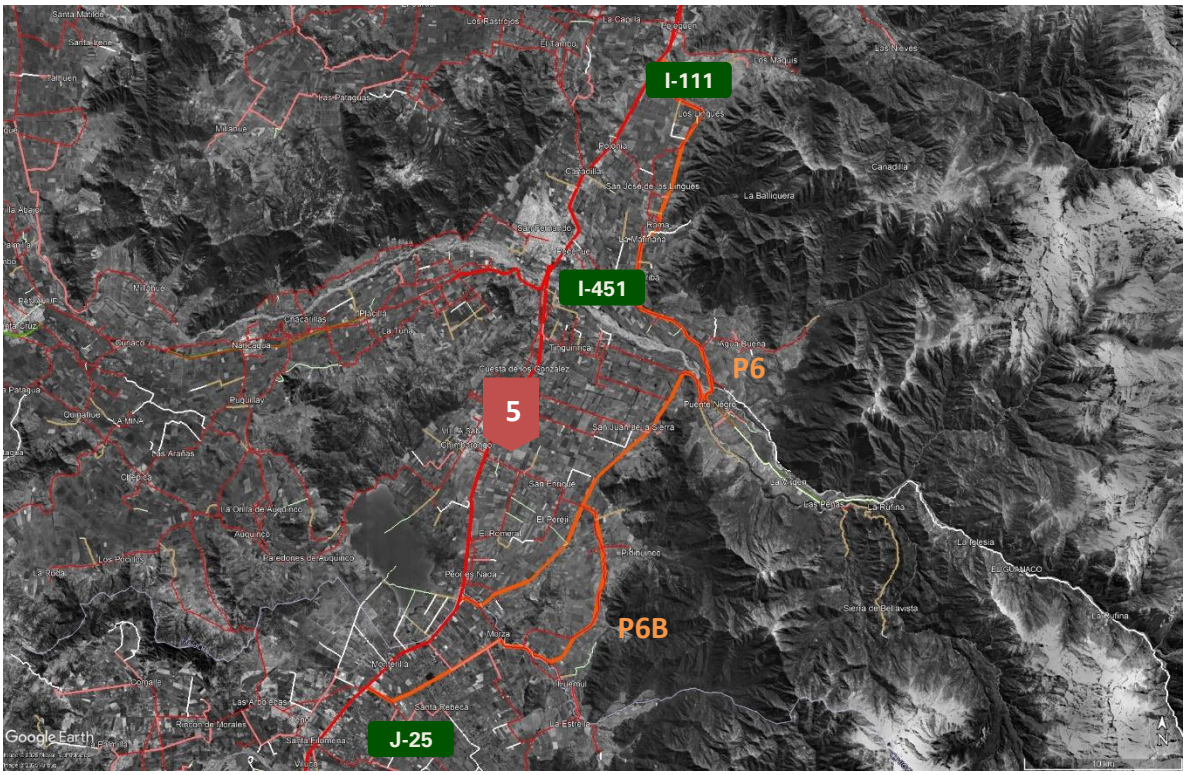
Como continuidad hacia el sur, se propone una conexión entre Rancagua y Rengo por el oriente de la Ruta 5, desde la ruta H-255 cruzando el río Cachapoal y generando vialidad nueva o utilizando rutas existentes hasta empalmar en Ruta 5 al sur de Rengo.

FIGURA N° 8.3-3: PROYECTOS CONEXIÓN CORREDOR ORIENTE RANCAGUA A RENGO



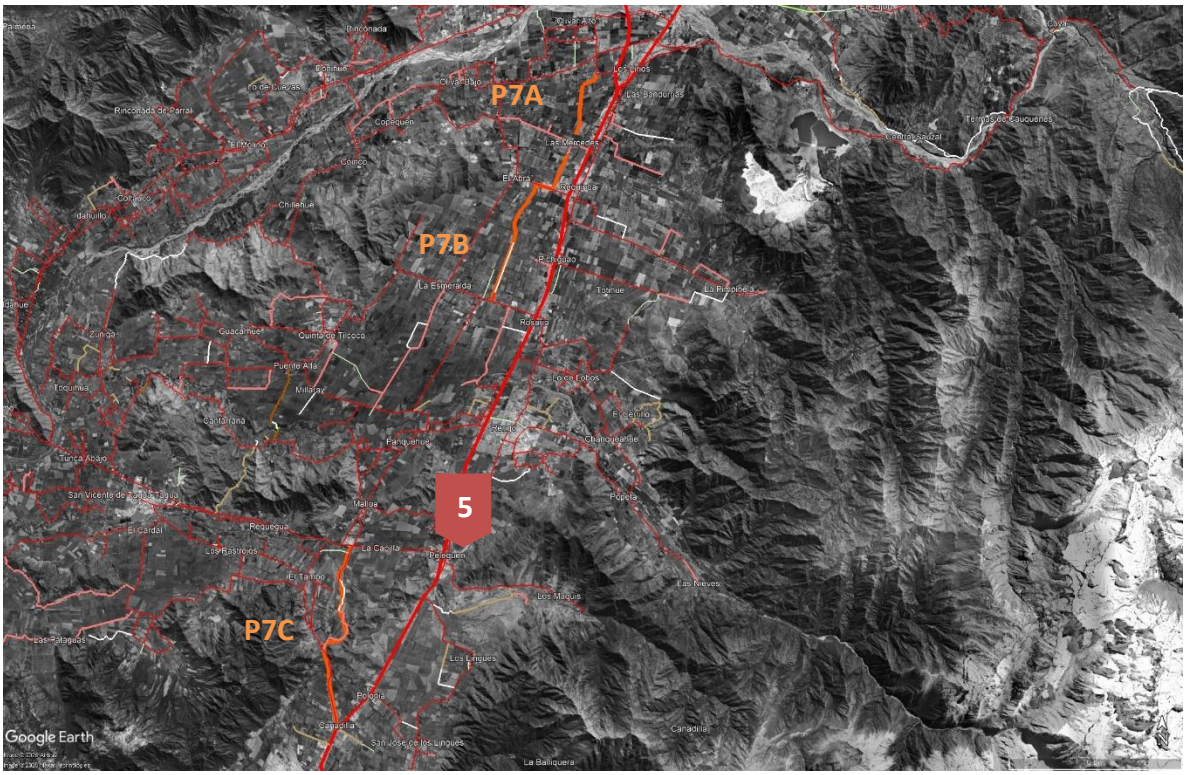
Al sur de Pelequén se propone una nueva conexión al oriente que aprovecha el cruce existente sobre el Tinguiririca (sector Puente Negro) y genera dos opciones de conexión hacia la región del Maule (proyectos 6 y 6B).

FIGURA N° 8.3-4: PROYECTOS CONEXIÓN CORREDOR INTERIOR- PELEQUÉN A REGIÓN DEL MAULE



Siguiendo la propuesta de Corredor Interior, se propone consolidar una conectividad longitudinal entre Olivar Alto y San Fernando, usando vialidad existente y aperturas de vías. Esta sería una alternativa por el poniente de la Ruta 5 y considera los proyectos 7A, 7B Y 7C.

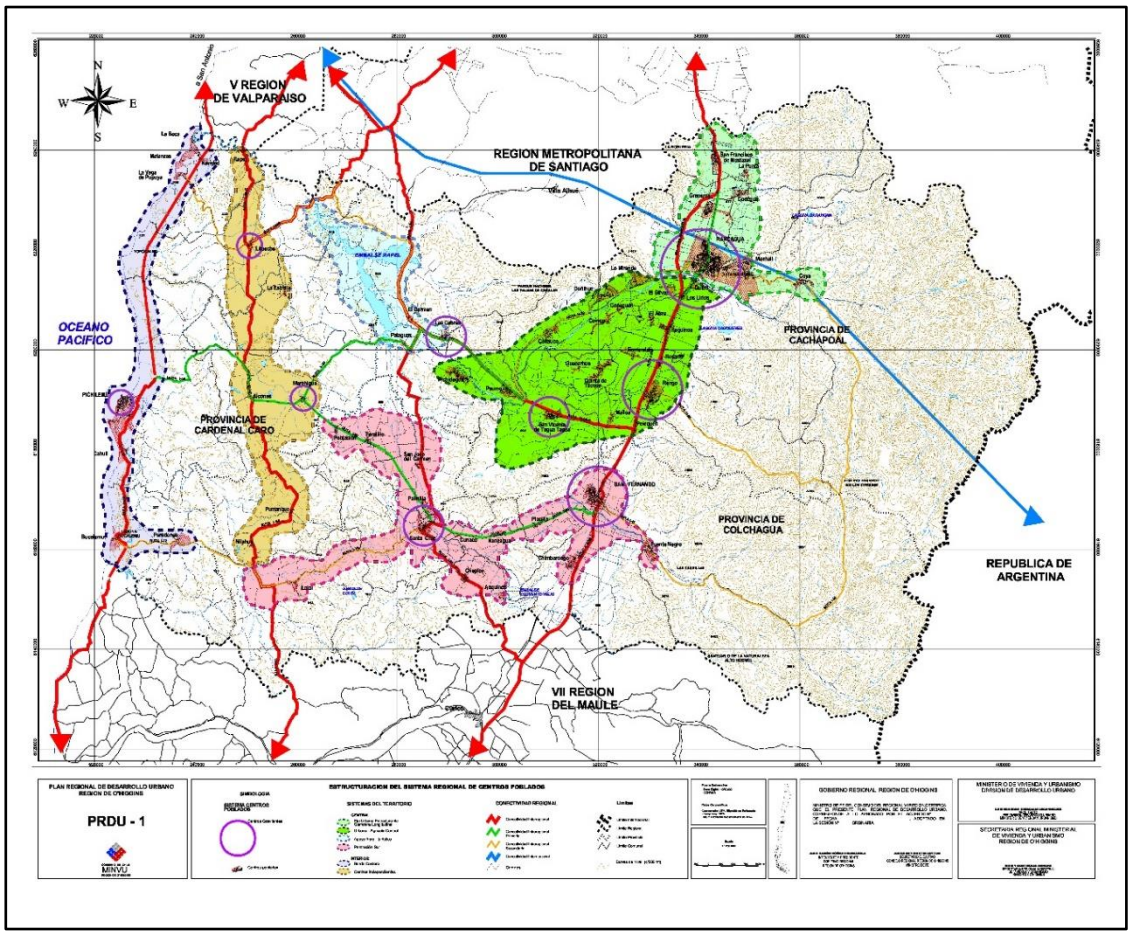
FIGURA N° 8.3-5: PROYECTOS CONEXIÓN CORREDOR INTERIOR- OLIVAR A SAN FERNANDO



8.3.3 Propuestas provenientes del Análisis Territorial

A partir de los documentos analizados previamente, se generaron propuestas adicionales considerando por ejemplo los elementos de consolidación regional y de desarrollar mejoras viales para facilitar la conectividad y el desarrollo económico, contenidas en el Plan Regional de Desarrollo Urbano del MINVU que tiene lineamientos de conectividad en el territorio, como se muestra en la figura siguiente:

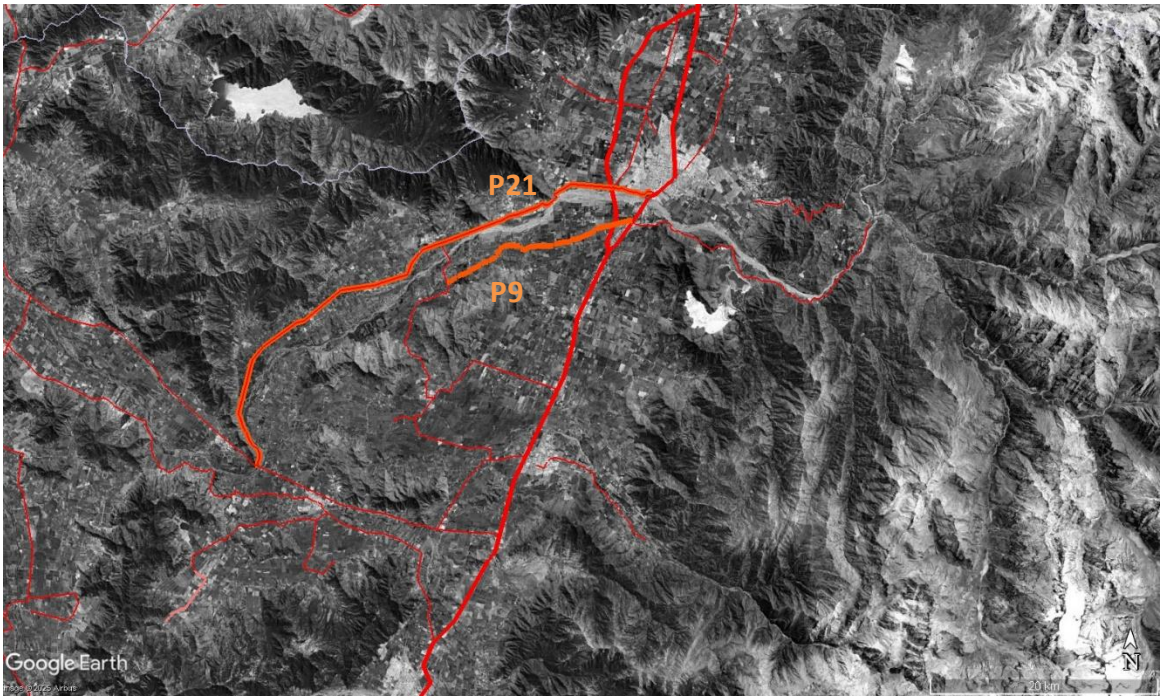
FIGURA N°8.3-7: PLANO PRDU REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS



Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

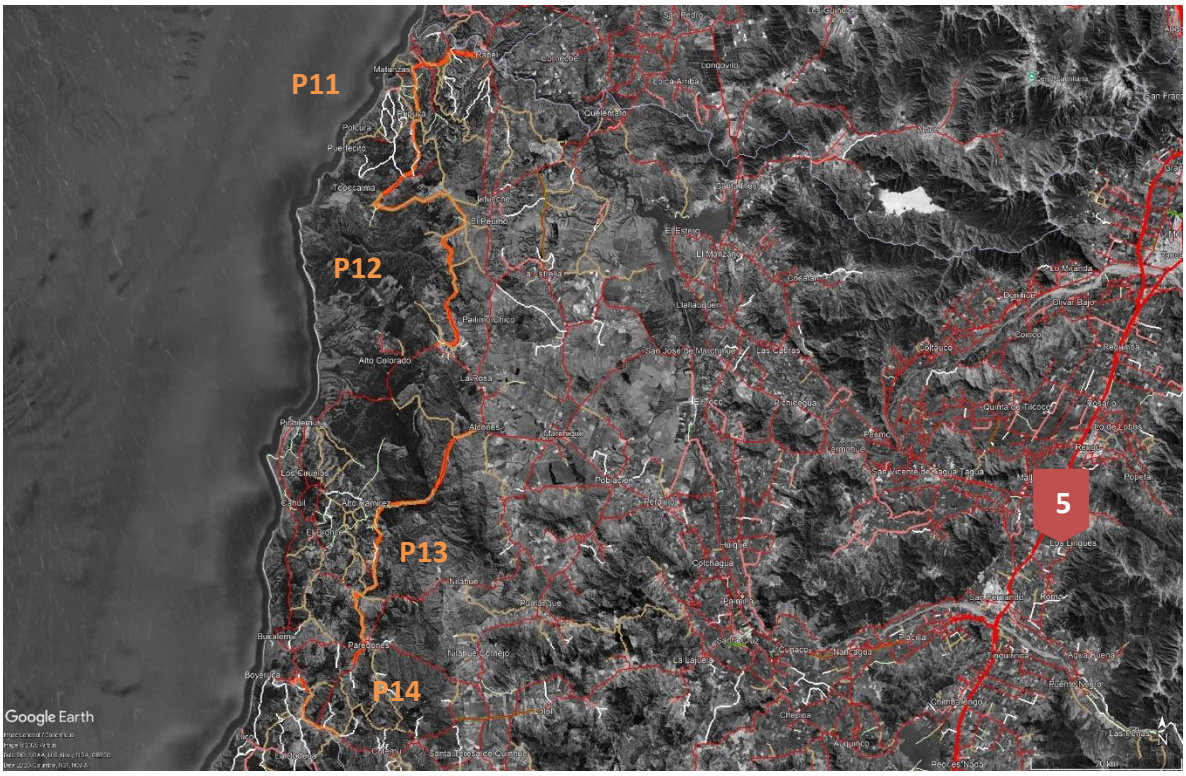
Los proyectos 9 y 21 buscan fortalecer la conectividad transversal en el sistema urbano-agrícola central, comprendido entre los centros de Rancagua, el centro microrregional de San Vicente y Pelequén. La propuesta 9 busca fortalecer un eje al sur del río Cachapoal, potenciando el sector de Olivar y el proyecto 21 considera la consolidación del eje H-30, considerando una ampliación de capacidad y mejorando las condiciones actuales de circulación.

FIGURA N° 8.3-8: PROYECTOS CONECTIVIDAD SISTEMA URBANO AGRÍCOLA CENTRAL



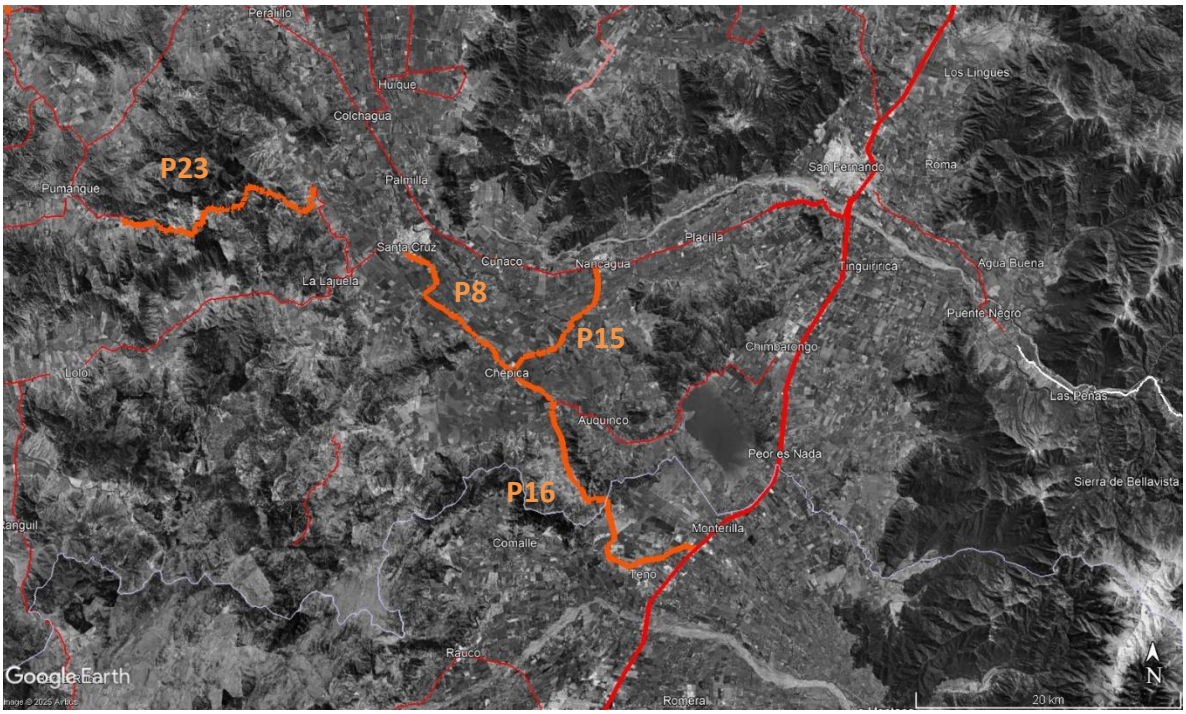
En relación al corredor costero, se proponen vialidades alternativas o complementarias en los tramos Rapel – Marchigüe (proyectos 11 y 12) y Marchigüe – Paredones (proyecto 13).

FIGURA N° 8.3-9: PROYECTOS CONEXIÓN SISTEMA COSTERO



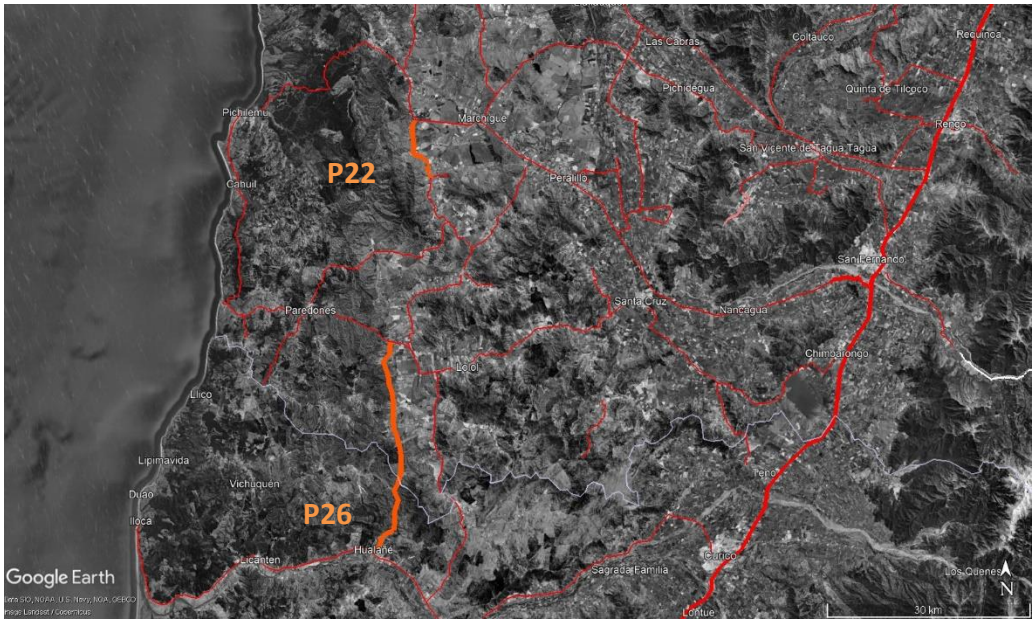
En relación al eje de penetración del sur, compuesto por los centros microrregional de San Fernando y el centro capital agrícola de Santa Cruz, se proponen proyectos que mejoran la conectividad entre Santa Cruz y Chépica (P8), hacia Teno en la Ruta 5 (P16), entre Chépica y Nancagua (P15),y de conexión entre Santa Cruz y Pumanque (P23).

FIGURA N° 8.3-10: PROYECTOS EJE PENETRACIÓN DEL SUR



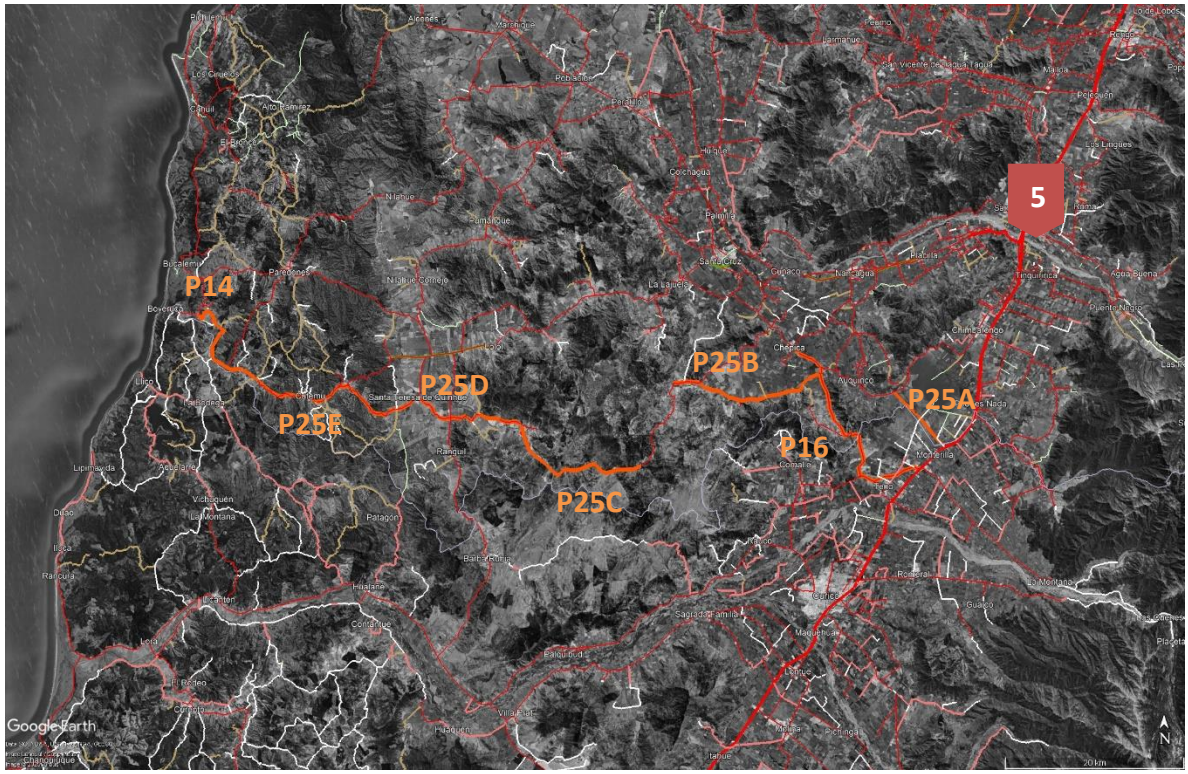
En relación a la conectividad longitudinal Litueche – Marchigüe – Lolol, se propone el uso de vías alternativas que permitan la conectividad norte – sur en el sector de secano, conectando con la Región del Maule.

FIGURA N° 8.3-11: PROYECTOS CONEXIÓN LONGITUDINAL INTERIOR



Finalmente, una de las propuestas más ambiciosas es generar un corredor transversal para el sur de la región, que abarque desde Ruta 5 hasta Bucalemu mediante el mejoramiento de diversos tramos de vialidad existente.

FIGURA N° 8.3-12: PROYECTOS CONECTIVIDAD TRANSVERSAL SUR



La propuesta incluye los proyectos 14, 16 y 25A, 25B, 25C, 25D y 25E, que pueden ser considerados como complementarios o alternativos en algunos tramos.

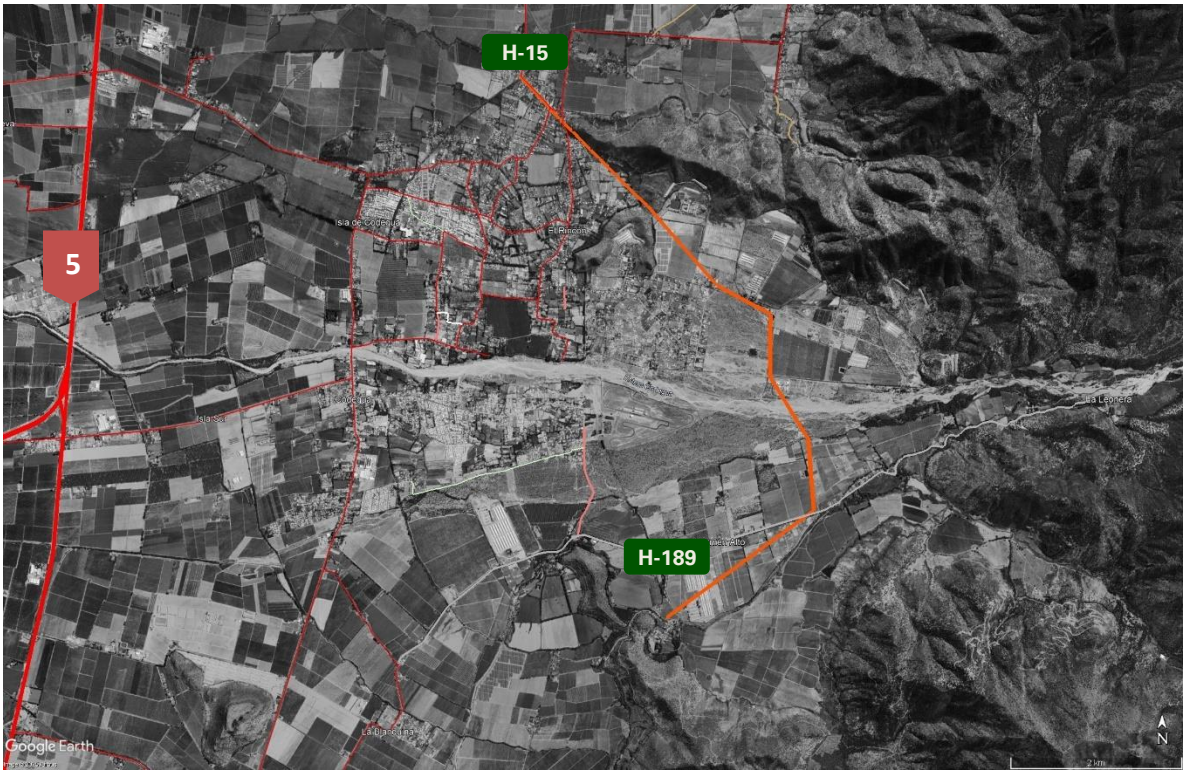
8.3.4 Síntesis de propuestas

A partir de la información disponible y el diagnóstico efectuado, se proponen las siguientes iniciativas para un estudio de mayor detalle:

P1 Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto

Este proyecto corresponde a una vía nueva de 9 km, incluye un puente sobre el Estero Codegua y se desarrolla entre la ruta H-15 y la H-189.

FIGURA N° 8.3-13: PROYECTO CONEXIÓN LA PUNTA DE CODEGUA – CARMEN ALTO

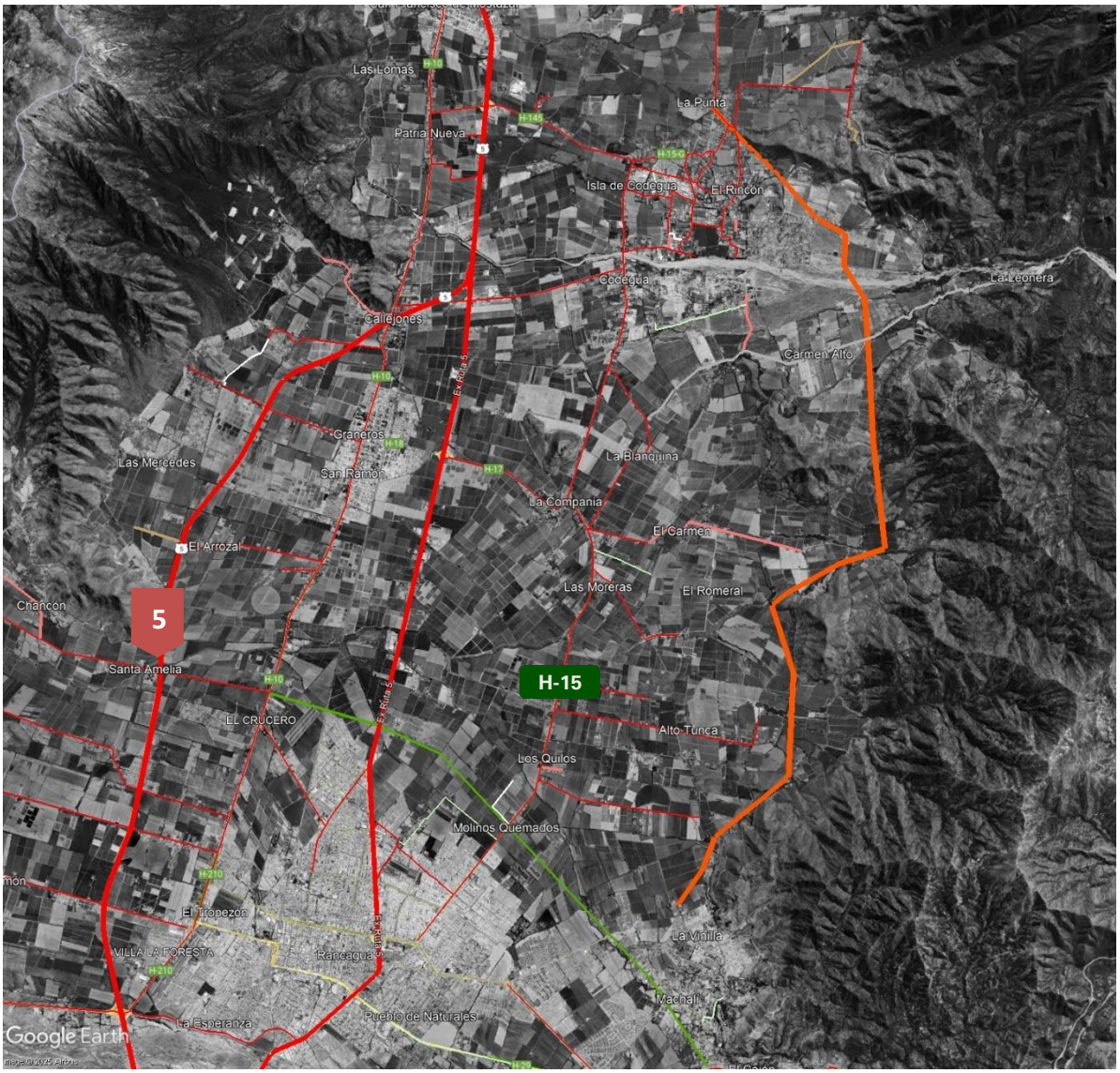


Fuente: Elaboración propia

P2 Conexión Oriente Codegua – Machalí

Este proyecto es una vía de apertura de 22 km entre la ruta H-15 la Av. Arturo Prat en el sector norte de Machalí.

FIGURA N° 8.3-14: PROYECTO CONEXIÓN ORIENTE CODEGUA – MACHALÍ



P3 Conexión sur Machalí

Este proyecto busca unir la ruta H-27 con la H-255, bordeando los cerros del sector con una vía de 4 km.

FIGURA N° 8.3-15: PROYECTO CONEXIÓN SUR MACHALÍ

P3b Conexión Machalí – Cachapoal Sur

Proyecto alternativo al anterior, busca unir la ruta H-27 con la H-35, mediante una vía de 5 km bordeando los cerros del sector y un puente sobre el río Cachapoal.

FIGURA N° 8.3-16: PROYECTO CONEXIÓN MACHALÍ CACHAPOAL SUR

P4 Conexión Cachapoal

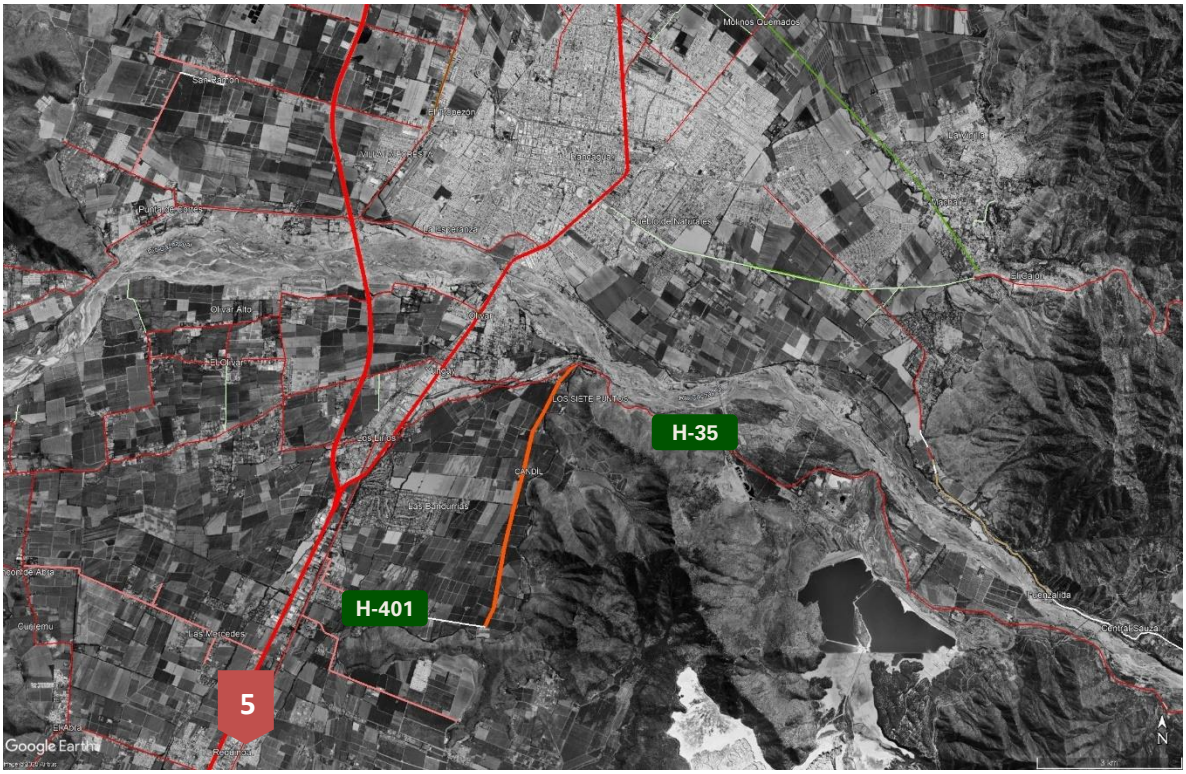
Proyecto alternativo a los dos anteriores, une las rutas H-255 y H-35 mediante un tramo de 5,5 km con vías de apertura y un nuevo puente sobre el río Cachapoal.

FIGURA N° 8.3-17: PROYECTO CONEXIÓN CACHAPOAL

P5a Conexión Sur Cachapoal

Proyecto complementario al anterior, une las rutas H-35 y H-401 mediante un tramo de 6 km de apertura, bordeando los cerros.

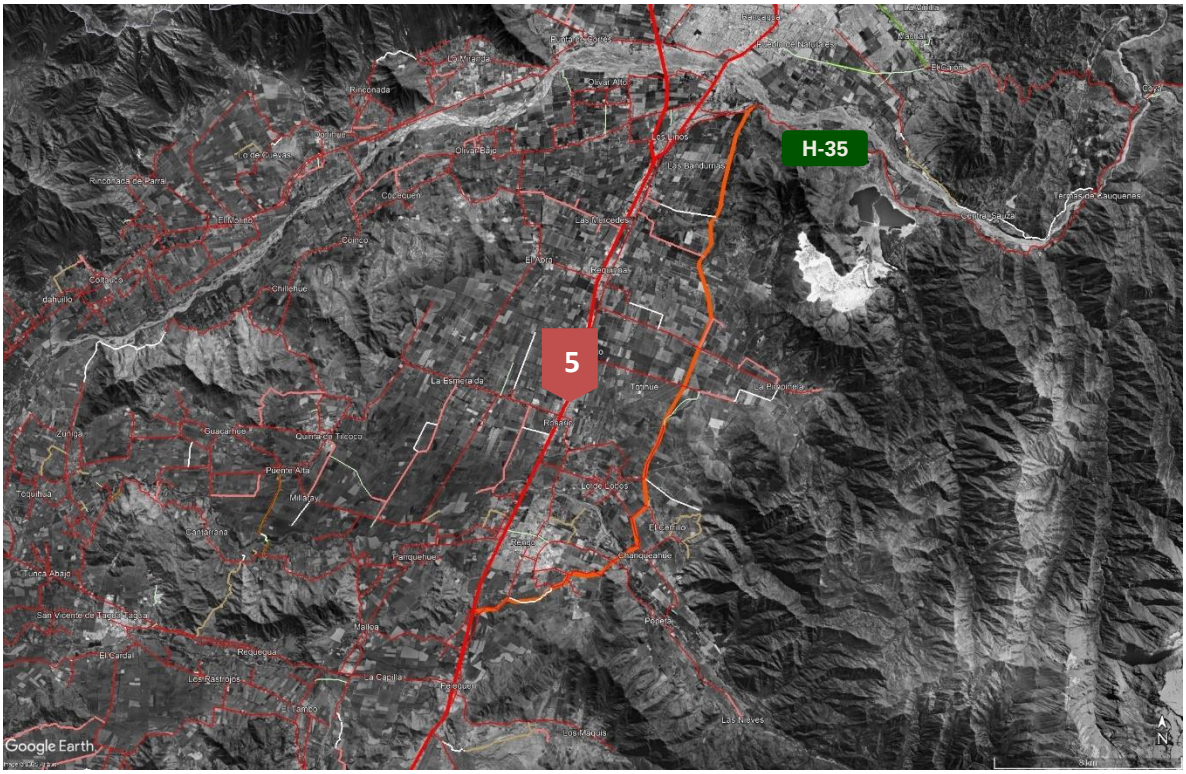
FIGURA N° 8.3-18: PROYECTO CONEXIÓN SUR CACHAPOAL



P5 Conexión Cachapoal Sur – Rengo

Este proyecto, de más de 30 km de extensión, que bordea por el oriente entre el sector sur del río Cachapoal (ruta H-35) y el sur de Rengo, donde empalma con la Ruta 5. Es también complementario a los proyectos 3 y 4. Usa tramos de rutas existentes como la H-453, H-541, H-545, H-521, H-579, H-577, H-631, H-635 y H-605, algunas de las cuales requerirán mejoras de estándar.

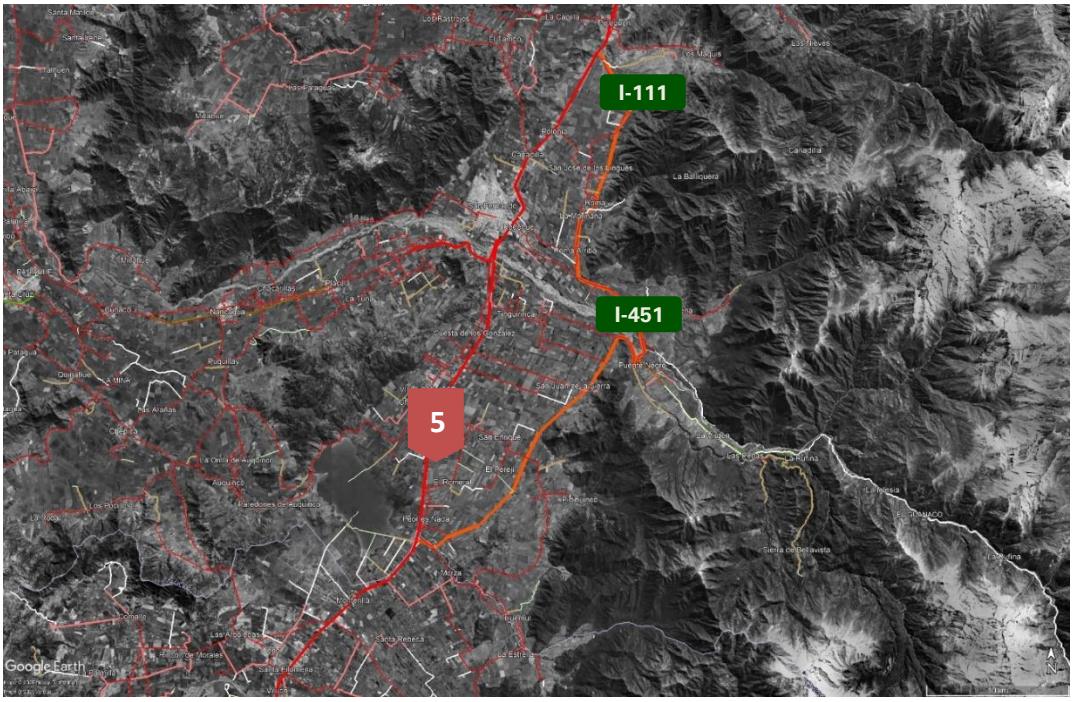
FIGURA N° 8.3-19: PROYECTO CONEXIÓN CACHAPOAL SUR - RENGO



P6 Conexión oriente Tinguiririca

Este proyecto de conectividad longitudinal se complementa con los anteriores y utiliza vialidad existente (ruta I-111, I-205) más tramos de apertura hasta llegar a la ruta I-45, usando el puente existente sobre el río Tinguiririca. Al sur del río, consiste en una vía de apertura por el oriente hasta empalmar con la Ruta 5 en el límite con la región del Maule.

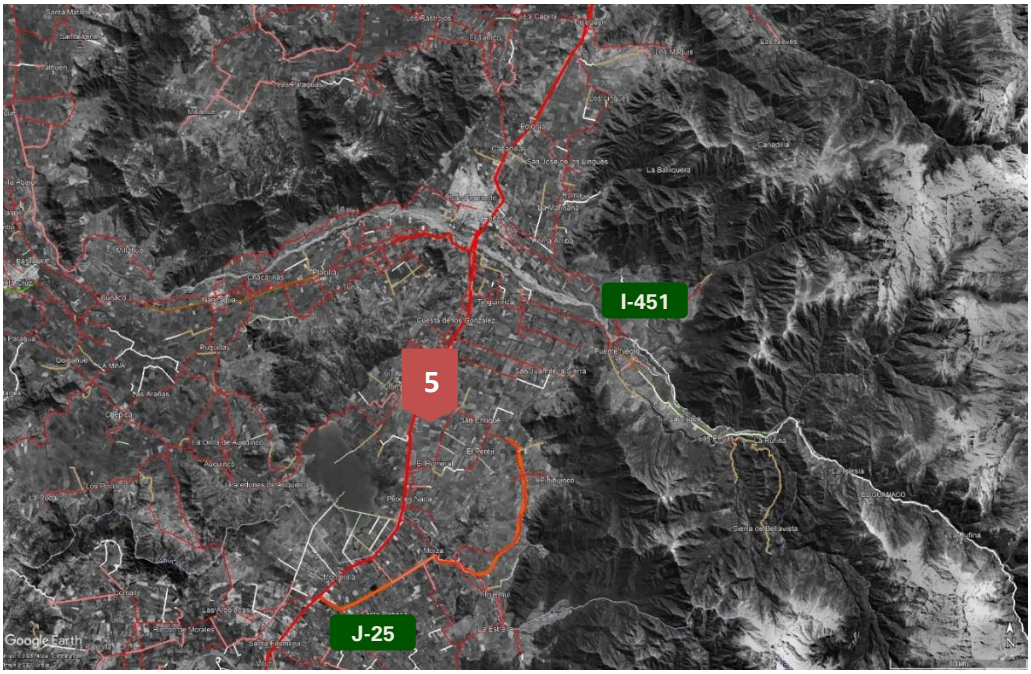
FIGURA N° 8.3-20: PROYECTO CONEXIÓN ORIENTE TINGUIRIRICA



P6B Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca

Este proyecto genera una conexión alternativa al anterior. Se inicia en la ruta I-85-J y aprovecha parte de esta ruta generando un tramo de apertura para unirse a la J-111-I y luego la J-115, J-25 en la región del Maule.

FIGURA N° 8.3-21: PROYECTO VARIANTE MORZA CONEXIÓN ORIENTE TINGUIRIRICA



P7A Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes

Proyecto de conexión longitudinal al poniente de Ruta 5, de 4,5 km de extensión, prolonga hacia el sur la ruta H-404 existente hasta empalmar con la ruta H-432, en el sector de Las Mercedes.

FIGURA N° 8.3-22: PROYECTO CONEXIÓN OLIVAR – LAS MERCEDES

P7B Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario

Este proyecto es complementario al anterior, con una extensión de 10 km que genera una vía longitudinal paralela a Ruta 5 desde la ruta H-432 hasta la H-50, mediante un tramo de apertura y el mejoramiento de la ruta H-460 existente y tendría continuidad más al sur por la ruta H-510 y H-630 hasta Malloa.

FIGURA N° 8.3-23: PROYECTO CONEXIÓN LAS MERCEDES - ROSARIO

P7C Conexión poniente Ruta I-90-H – Ruta 5

Proyecto complementario a los anteriores, busca unir la ruta I-90-H en el sector de Santa Inés con la Ruta 5 evitando el sector de Pelequén, mejorando la conexión poniente - sur. Para esto utiliza y mejora vías existentes como la H-710 e I-90-H.

FIGURA N° 8.3-24: PROYECTO CONEXIÓN PONIENTE RUTA I-90-H – RUTA 5

P8 Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica

Este proyecto, de 11 km de extensión busca ampliar la capacidad de la ruta I-86 actual, reforzando la conectividad de las ciudades de Santa Cruz y Chépica, así como de otras localidades intermedias.

FIGURA N° 8.3-25: PROYECTO AMPLIACIÓN CONEXIÓN SANTA CRUZ - CHÉPICA

P9 Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar

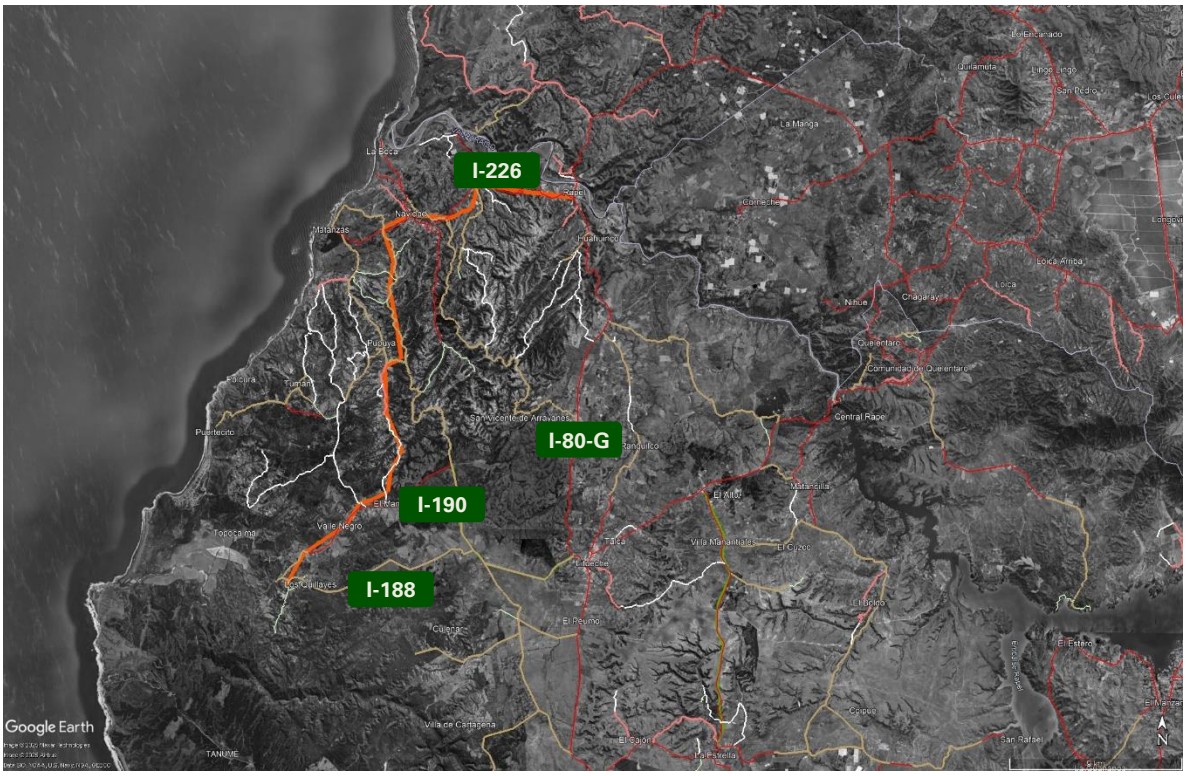
Proyecto de casi 20 km de mejoramiento de la ruta H-40 existente, aumentando su velocidad de operación y mejorando los sectores de pasada urbana en El Olivar, Olivar Bajo y Copequén.

FIGURA N° 8.3-26: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN COINCO - OLIVAR

P11 Proyecto Conexión Rapel – Topocalma

Este proyecto busca consolidar una vía longitudinal cercana a la costa entre Rapel de Navidad y Los Quillayes, mejorando vías existentes como la I-226, I-196, I-112 e I-106 hasta empalmar en la ruta I-190. Tiene una extensión aproximada de 35 km.

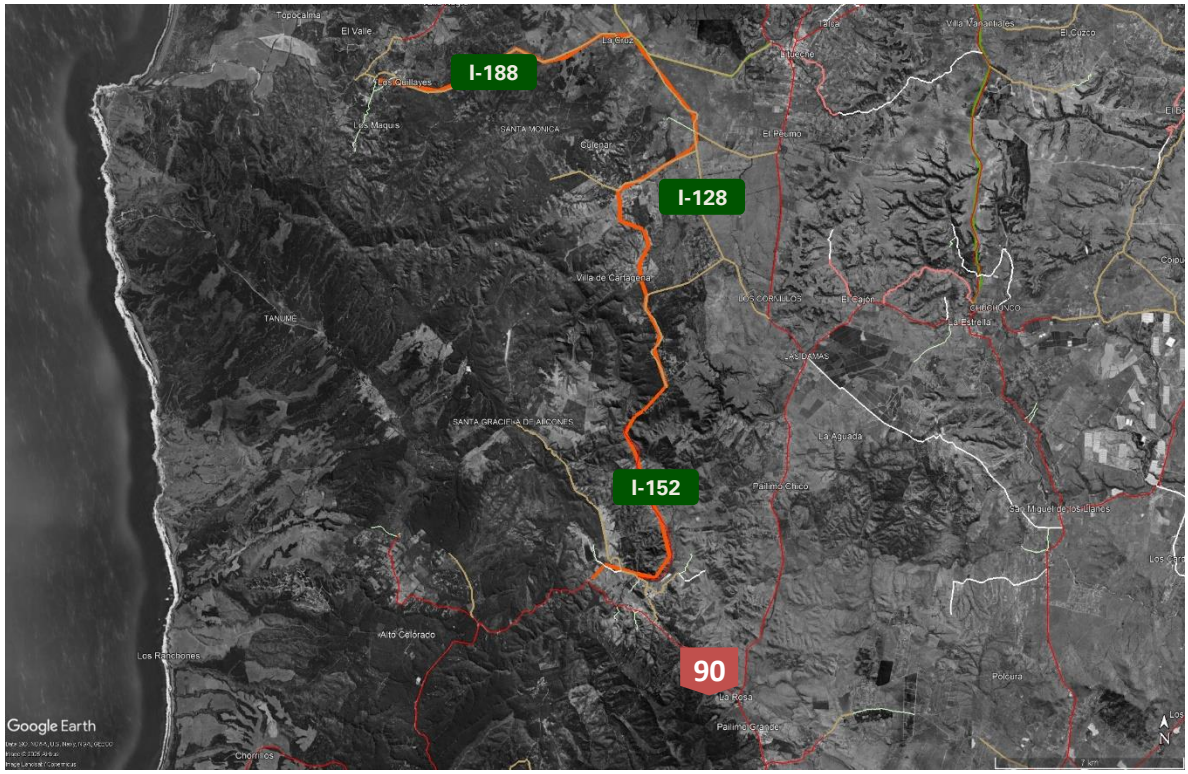
FIGURA N° 8.3-29: PROYECTO CONEXIÓN RAPEL - TOPOCALMA



P12 Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90

Este proyecto es complementario con el P11, considera casi 40 km de extensión y busca mejorar vialidad existente de las rutas I-188, I-128, I-992, I-152 y algunos tramos de apertura para establecer un eje longitudinal paralelo a la costa que conecte con la Ruta 90.

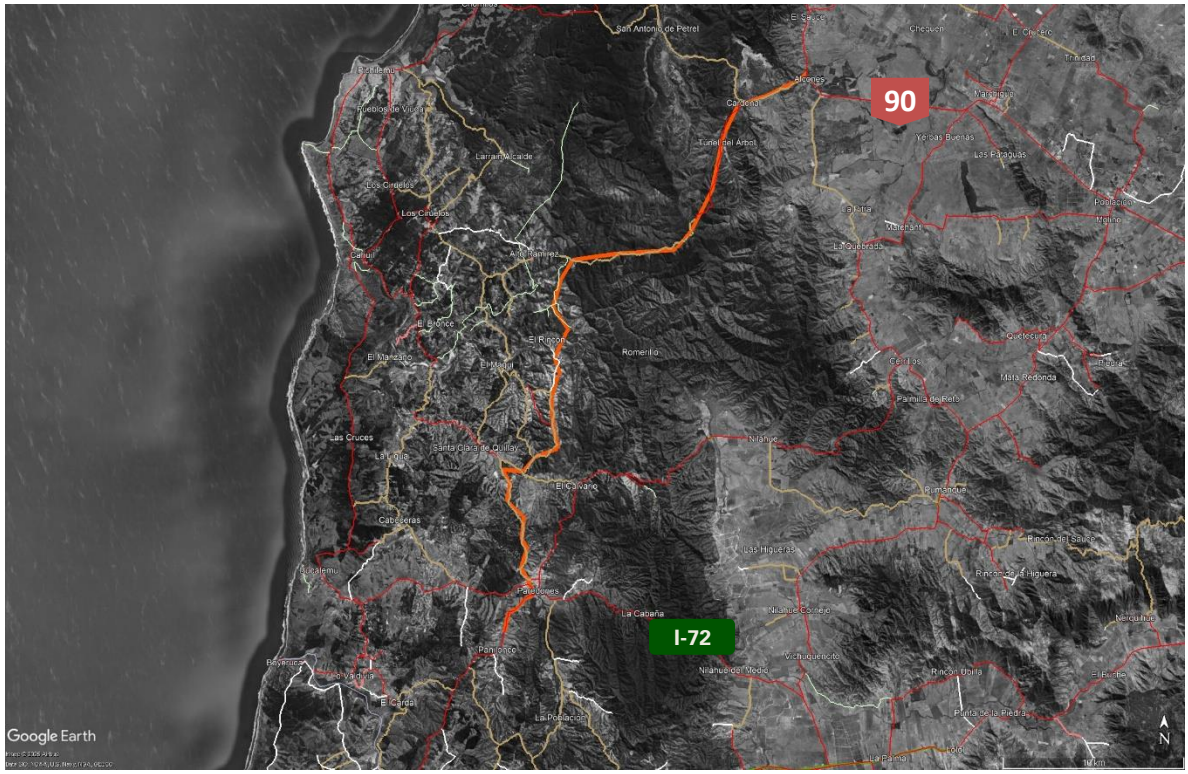
FIGURA N° 8.3-30: PROYECTO CONEXIÓN TOPOCALMA – RUTA 90



P13 Proyecto Conexión Alcones – Paredones

Este proyecto de 45 km de extensión busca mejorar tramos de vías existentes (I-184, I-410, I-246, I-218, I-216, I-520) hasta empalmar con la ruta I-72 para consolidar una alternativa longitudinal en sectores de topografía complicada.

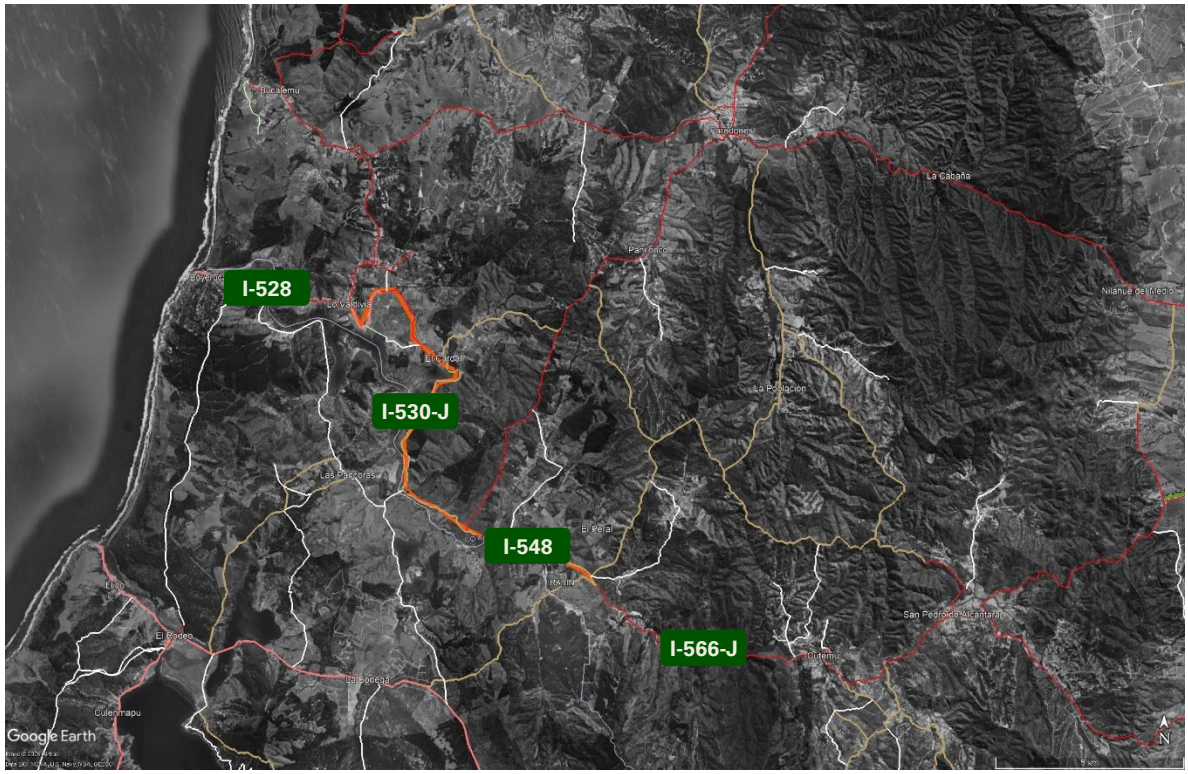
FIGURA N° 8.3-31: PROYECTO CONEXIÓN ALCONES - PAREDONES



P14 Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara

Este proyecto de 15 km de extensión mejora la conexión entre las rutas I-528 e I-566-J pavimentando las rutas I-530-J e I-548. Genera conectividad en la zona costera sur, siendo complementario con los proyectos 25 (A-B-C-D-E).

FIGURA N° 8.3-32: PROYECTO CONEXIÓN BUCALEMU – SAN PEDRO DE ALCÁNTARA



P15 Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica

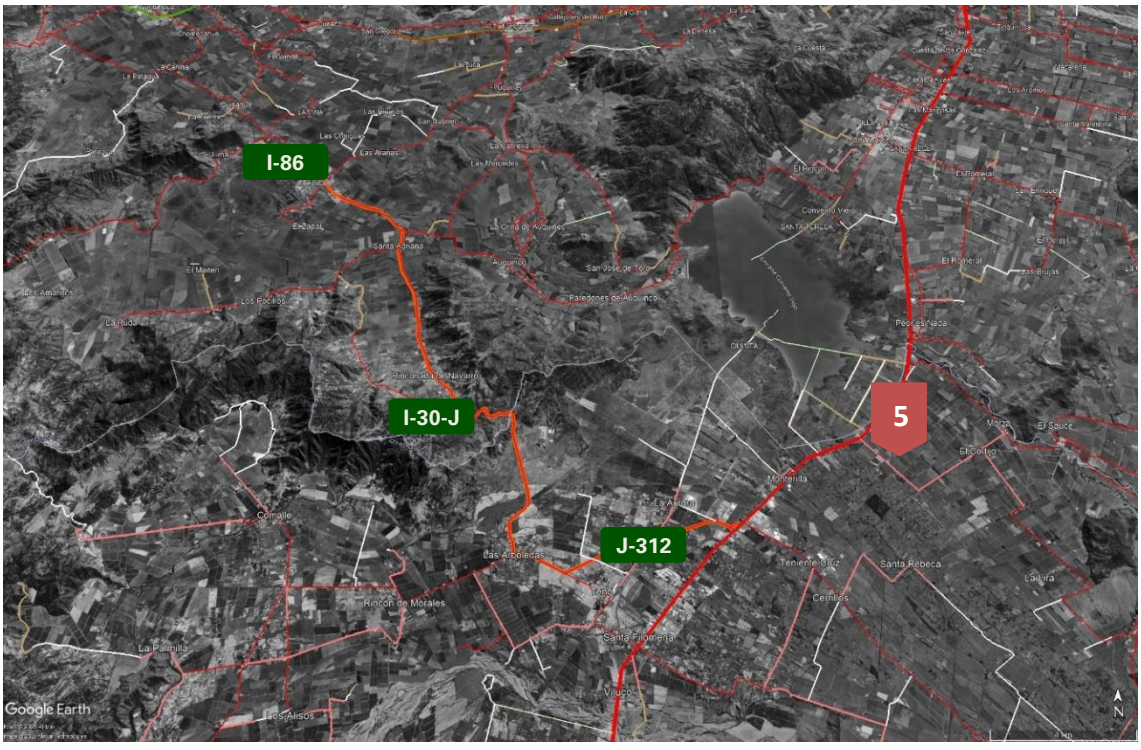
Este proyecto, de 12 km de extensión busca mejorar la velocidad de circulación de la ruta I-82 actual, optimizando la conectividad entre Nancagua (y Ruta 90) con Chépica, con ajustes geométricos y mejoras en las pasadas urbanas por localidades intermedias.

FIGURA N° 8.3-33: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN NANCAGUA - CHÉPICA

P16 Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno

Este proyecto de 27 km busca mejorar la conectividad entre Chépica y la Ruta 5, conectando en la parte norte de la Región del Maule.

FIGURA N° 8.3-34: PROYECTO MEJORAMIENTO AMPLIACIÓN CHÉPICA - TENO



Considera el mejoramiento de rutas existentes como la I-86, I-30-J, J-30-I, J-40, J-312 y J-310, considerando particularmente la incorporación de terceras pistas en la cuesta El Peral y el uso de vías alternativas en la Región del Maule para empalmar a un enlace existente en Ruta 5, evitando el paso por la ciudad de Teno.

Este proyecto es alternativo al proyecto 25A que se presenta posteriormente.

P21 Proyecto Ampliación Ruta H-30

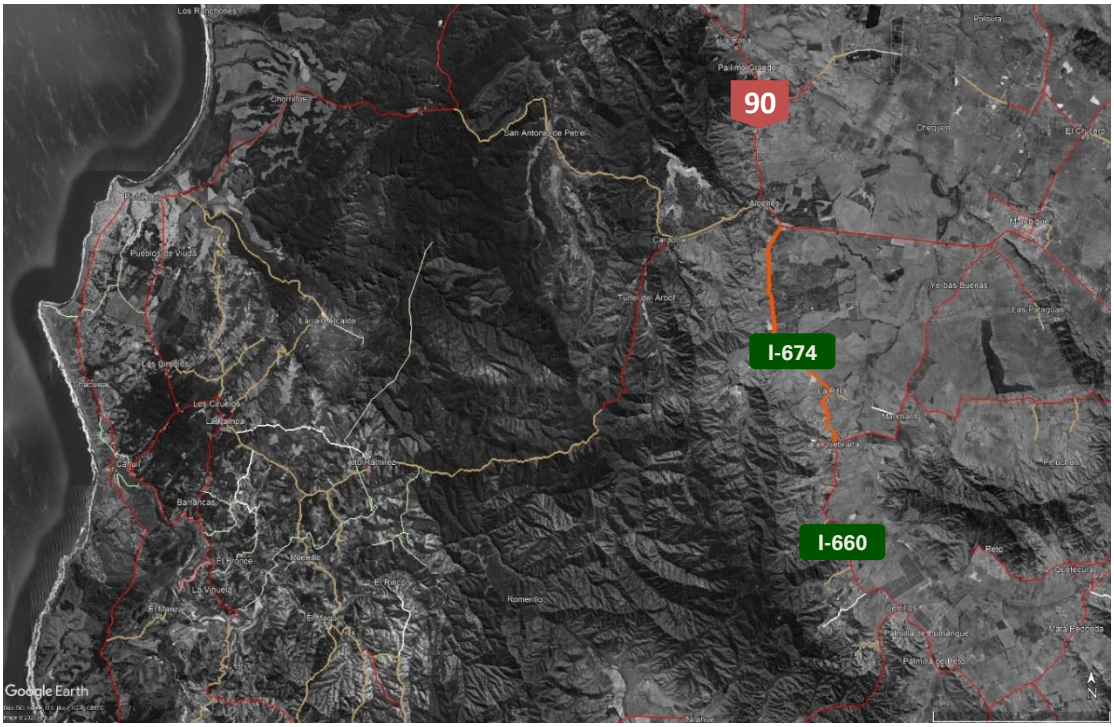
Este proyecto contempla la ampliación a doble calzada de la Ruta H-30 en una extensión de 53 km, entre Av. Cachapoal en Rancagua y la Ruta 66 en Peumo. El objetivo del mejoramiento es mejorar la velocidad de circulación incluyendo sectores de by-pass a localidades más consolidadas.

FIGURA N° 8.3-35: PROYECTO AMPLIACIÓN RUTA H-30

P22 Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada

Este proyecto de mejoramiento contempla la pavimentación de la ruta I-674 en 11 km, lo que permite consolidar un corredor longitudinal entre Litueche y Pumanque.

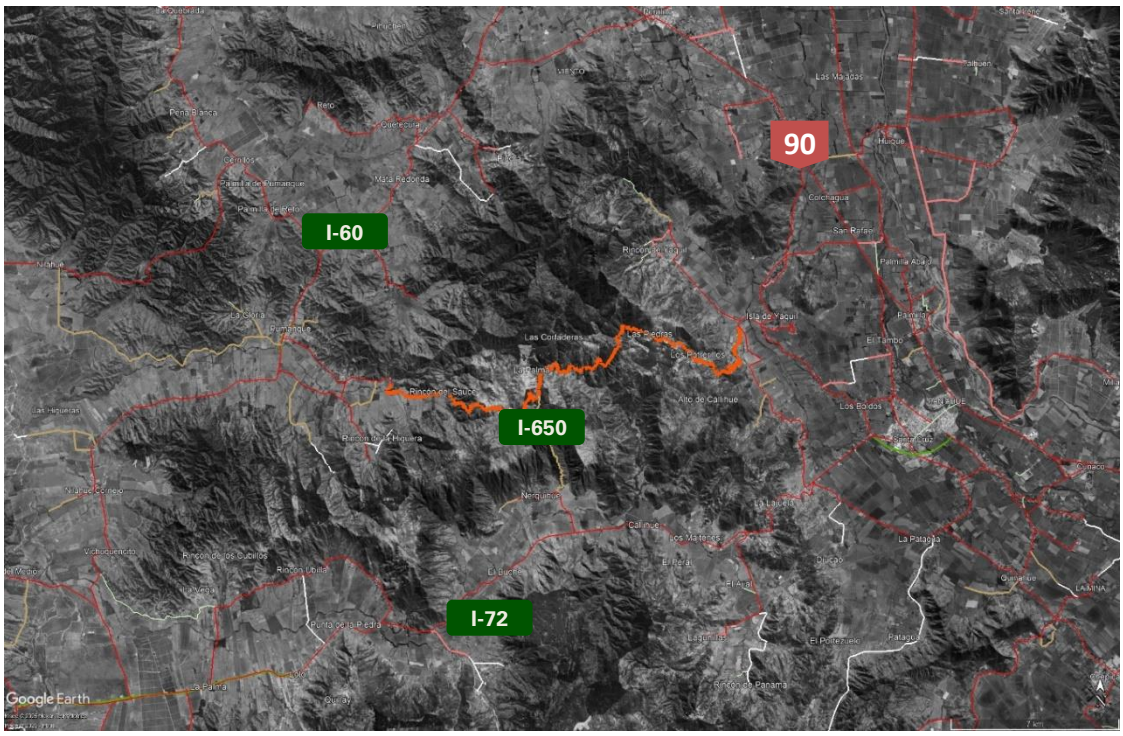
FIGURA N° 8.3-36: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-674 ALCONES – LA QUEBRADA



P21 Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil

Este proyecto contempla la pavimentación de la ruta I-650 en 28 km, lo que permite consolidar un corredor transversal entre Santa Cruz y Pumanque.

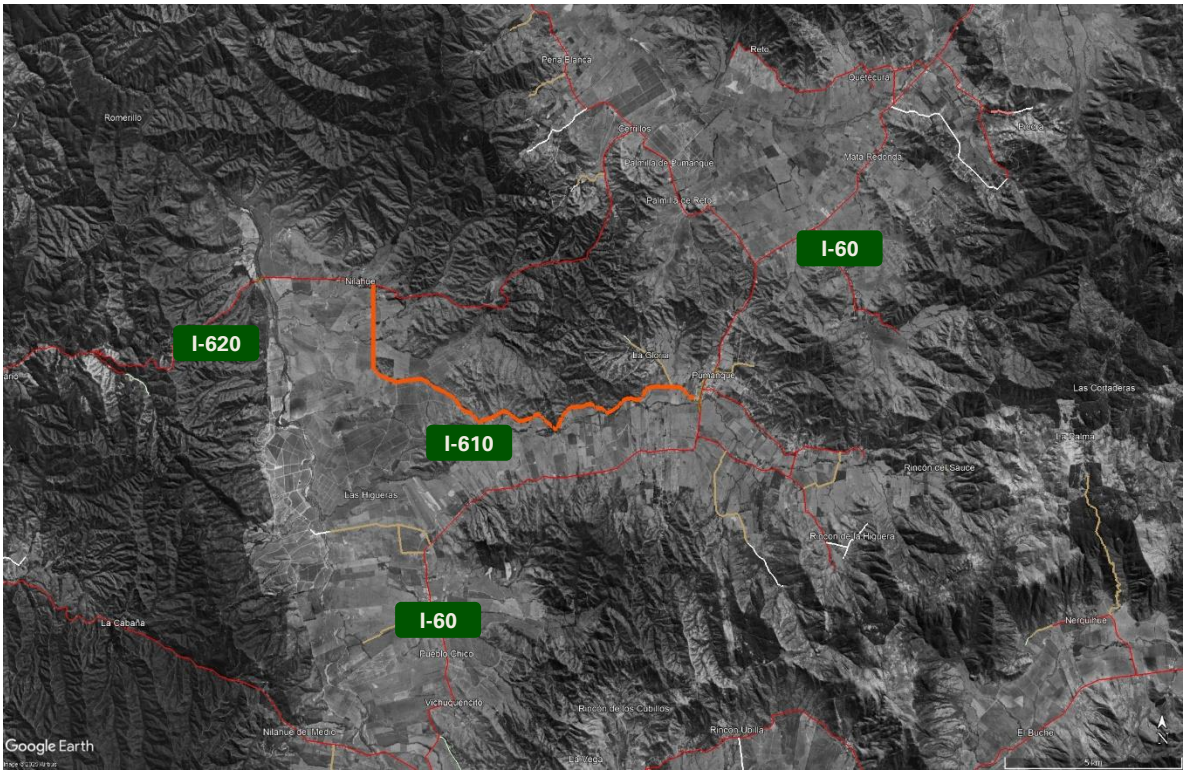
FIGURA N° 8.3-37: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-650 PUMANQUE – ISLA DE YAQUIL



P24 Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque

Este proyecto contempla la pavimentación de la ruta I-610 en 14 km, lo que permite mejorar la conectividad de Pumanque hacia el poniente.

FIGURA N° 8.3-38: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-610 NILAHUE – PUMANQUE



P25A Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco

Proyecto de aproximadamente 9 km que busca generar una conexión por el sur poniente del embalse Convento Viejo uniendo la ruta I-86 (Paredones de Auquinco) con la Ruta 5.

FIGURA N° 8.3-39: PROYECTO CONEXIÓN RUTA 5 – PAREDONES DE AUQUINCO

Este proyecto tiene continuidad en el P25B, siendo complementario con los proyectos 25C, 25D y 25E.

P25B Conexión Santa Adriana – Los Callejones

Proyecto de aproximadamente 18 km de extensión, considera el mejoramiento de rutas existentes (I-790, I-776) y un tramo de pavimentación para consolidar el eje.

FIGURA N° 8.3-40: PROYECTO CONEXIÓN SANTA ADRIANA – LOS CALLEJONES

P25C Conexión Los Tricahues – Las Palmas

Proyecto de aproximadamente 18 km de extensión, considera el mejoramiento y pavimentación de la ruta I-776.

FIGURA N° 8.3-41: PROYECTO CONEXIÓN LOS TRICAHUES – LAS PALMAS

P25D Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén

Proyecto de aproximadamente 17 km de extensión, considera el mejoramiento de rutas existentes (I-572, I-570, I-580) y un tramo de pavimentación para consolidar el eje.

FIGURA N° 8.3-42: PROYECTO CONEXIÓN SANTA TERESA DE QUINAHUE – CANCHA DE MAITÉN

P25E Proyecto Mejoramiento San Pedro de Alcántara – Límite Regional

Este proyecto de 19 km considera el mejoramiento de la ruta I-566-J en cuanto a trazado, para aumentar su velocidad de circulación y en relación a la pasada por San Pedro de Alcántara y otras localidades.

FIGURA N° 8.3-43: PROYECTO MEJORAMIENTO S. P. ALCÁNTARA – LÍMITE REGIONAL

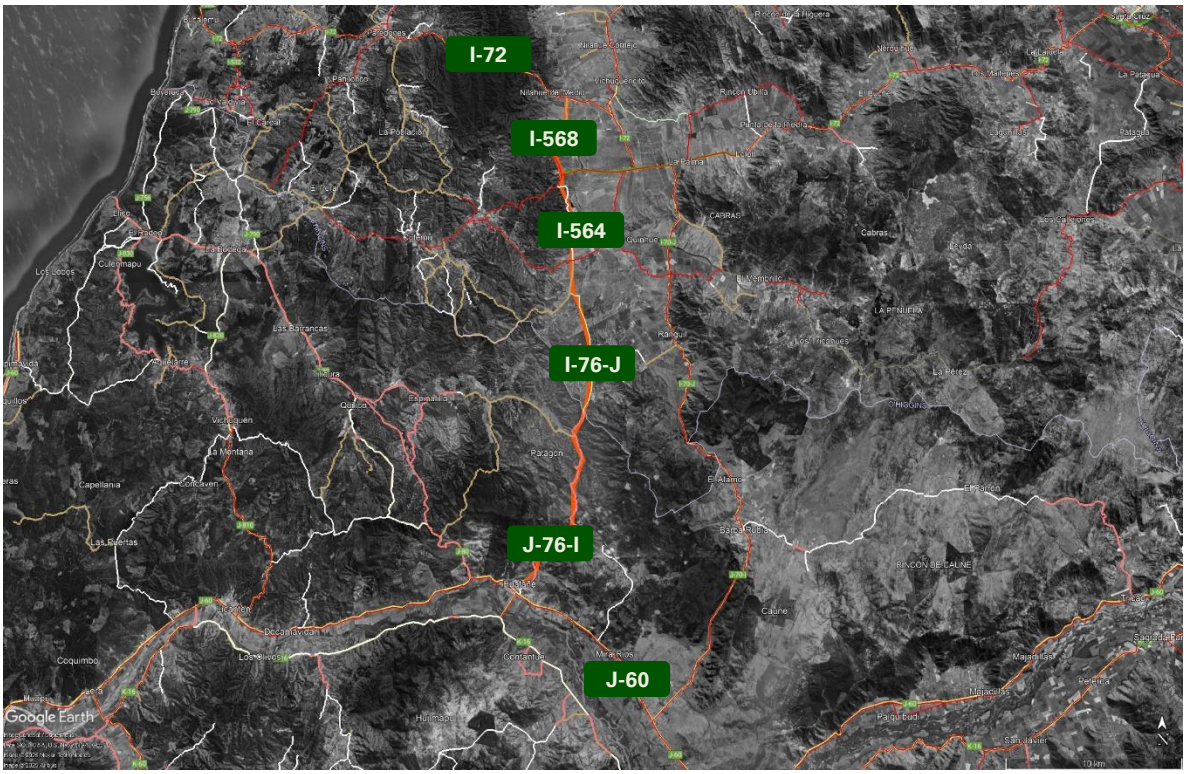
El conjunto de proyectos 25 junto al proyecto 14 configuran una conexión transversal por el sur de la región.

P26 Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé

Este proyecto de conexión longitudinal de aproximadamente 34 km conectaría la ruta I-72 con la ruta J-60 en la Región del Maule, pavimentando tramos de rutas existentes como la I-568, I-564, I-576 e I-76-J.

Este proyecto se complementa con los proyectos 25 ya mencionados, conectando con la Región del Maule.

FIGURA N° 8.3-44: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN NILAHUE DEL MEDIO - HUALAÑÉ



P27 Conexión Huique - Millahue

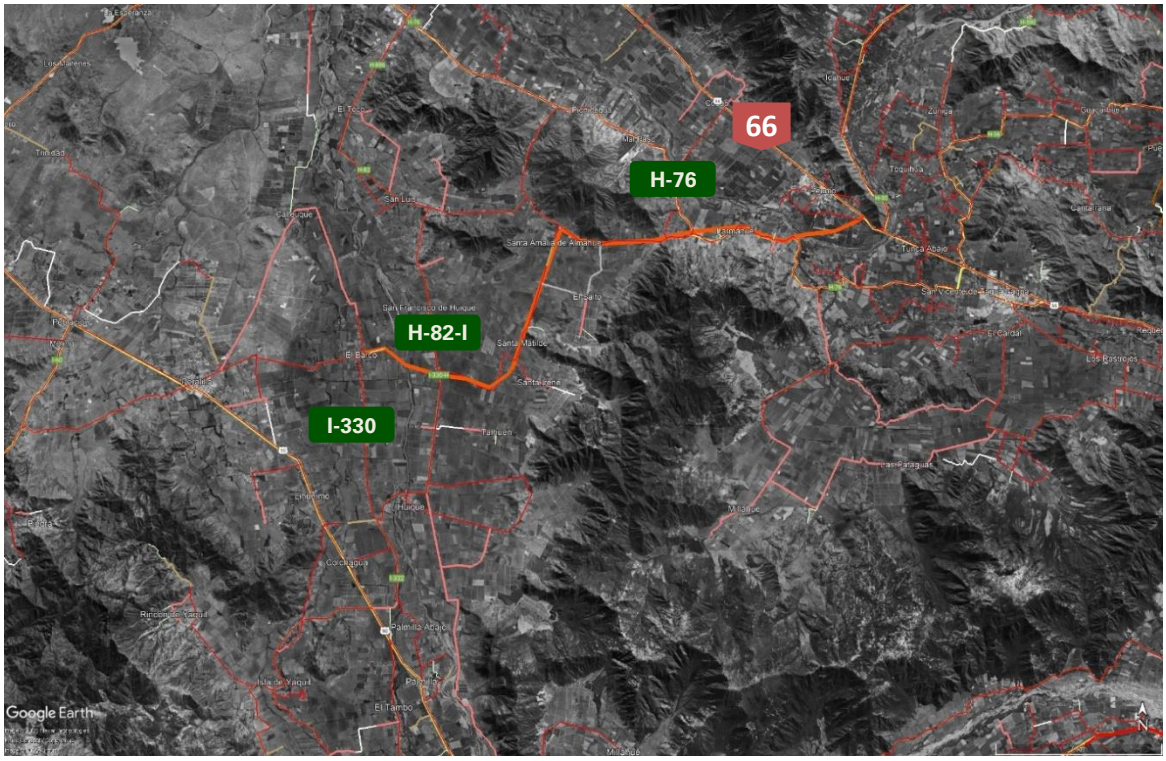
Este proyecto de aproximadamente 10 km de extensión busca superar un sector de quebrada (Los Mineros) generando nuevas opciones de conectividad entre los valles del Tinguiririca y Cachapoal.

FIGURA N° 8.3-45: PROYECTO CONEXIÓN HUIQUE - MILLAHUE

P28 Conexión El Barco - Peumo

Este proyecto busca mejorar la conectividad entre los valles del Cachapoal y Tinguiririca, que están limitados por los ríos y por cordones de cerros. El proyecto completo tiene una extensión de casi 30 km pero utiliza tramos de vías existentes (H-76, H-882, I-320-H) con un primer tramo de apertura conectando las rutas 66 y H-76 y un segundo tramo de apertura entre las rutas H-82-I e I-330, que involucran en ambos casos la construcción de puentes de magnitud relevante.

FIGURA N° 8.3-46: PROYECTO CONEXIÓN EL BARCO - PEUMO

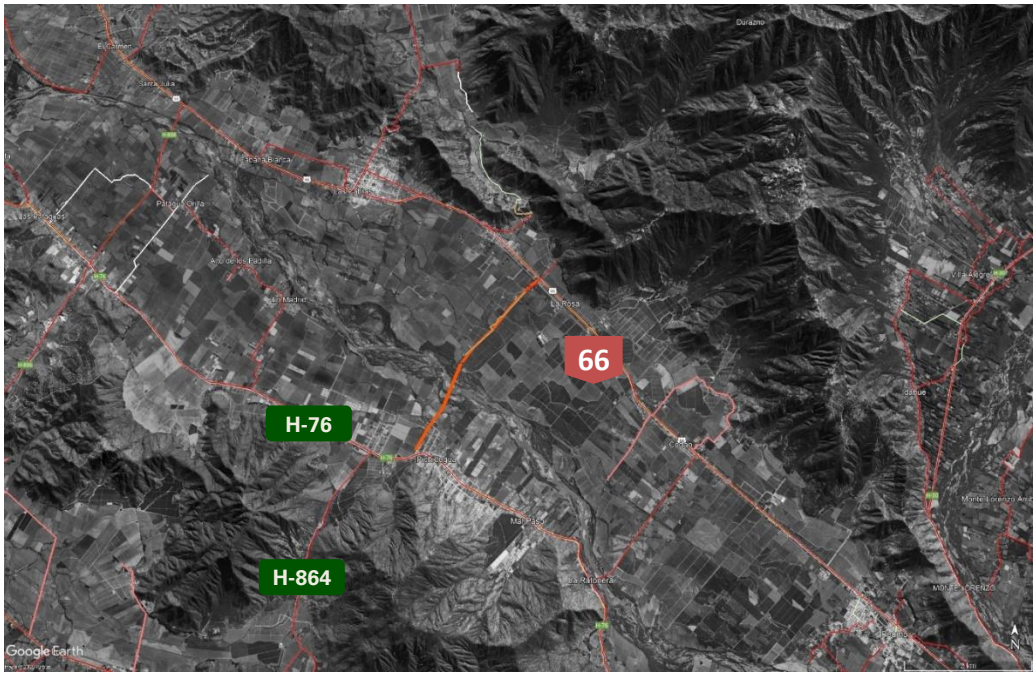


P29 Conexión Pichidegua – La Rosa

La ruta H-76 entre San Vicente de Tagua Tagua y Marchigue se emplaza al sur del río Cachapoal y paralela a la Ruta 66, con solo dos puntos de conexión a través de puentes distantes más de 15 kilómetros entre sí. Pichidegua, cabecera comunal y que se extiende en torno a la ruta H-76, no tiene conexión directa con la Ruta 66 excepto por los puentes mencionados.

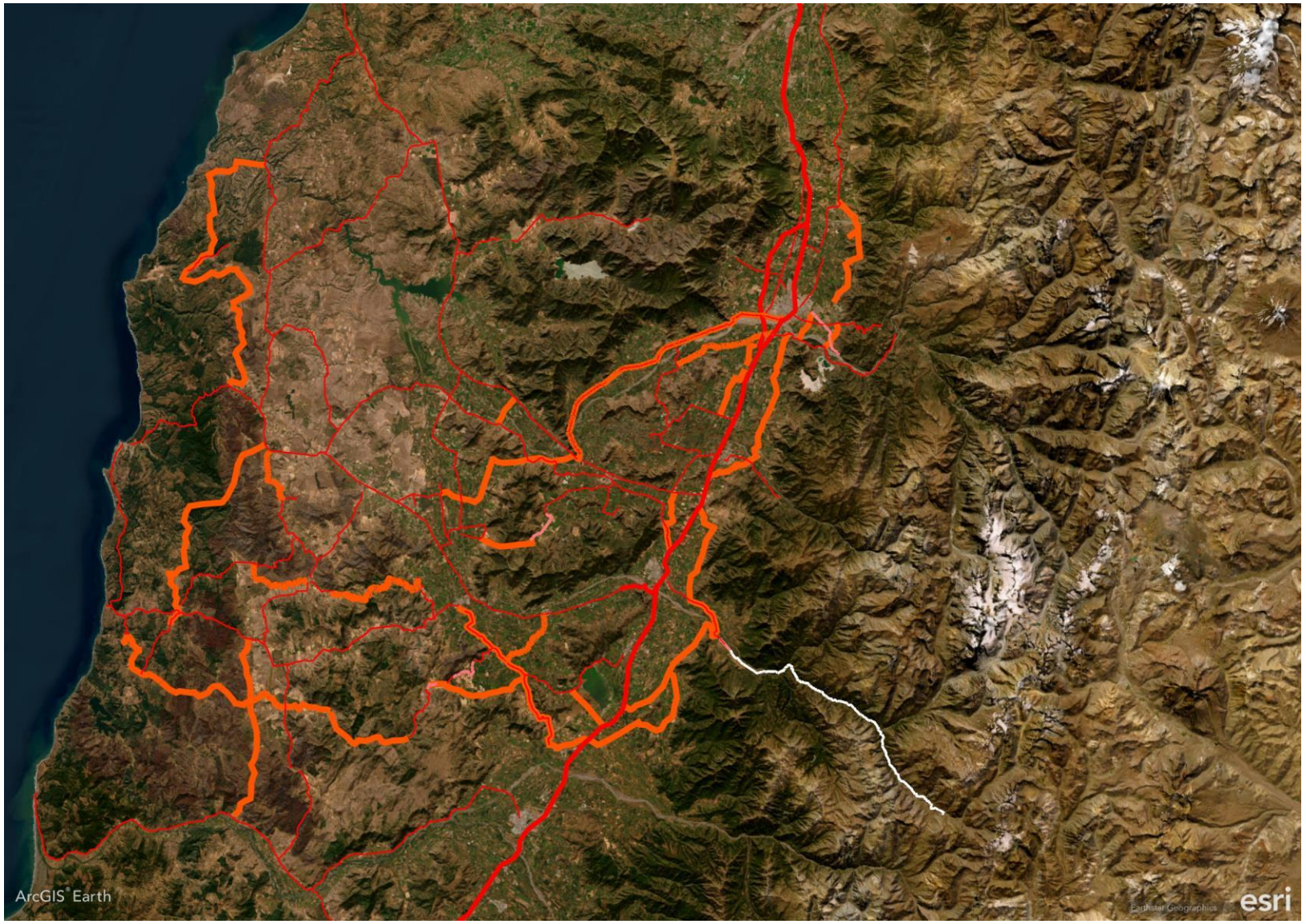
El proyecto de 6 km aproximadamente, une las rutas 66 y H-76 mejorando vías existentes e incluyendo la construcción de un nuevo puente sobre el río Cachapoal. Permite mejorar la conectividad de Pichidegua y mediante la ruta H-864 se conectaría al valle del Tinguiririca.

FIGURA N° 8.3-47: PROYECTO CONEXIÓN PICHIDEGUA – LA ROSA



La figura siguiente muestra el conjunto de proyectos estratégicos propuestos para la Región de O'Higgins.

FIGURA N° 8.3-48: SÍNTESIS DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

9 PROYECCIÓN DEMANDA DE VIAJES 9-1

9.1 PRESENTACIÓN 9-1
9.2 PROYECCIONES PIB Y DEMOGRÁFICAS 9-1
9.2.1 Proyecciones de PIB 9-1
9.2.2 Proyecciones Demográficas 9-4
9.3 PROYECCIONES SECTOR FRUTÍCOLA 9-6
9.4 MODELOS ELASTICIDAD PIB 9-15
9.4.1 Presentación 9-15
9.4.2 Marco Metodológico 9-15
9.4.3 Información disponible 9-16
9.4.4 Estimación de modelos econométricos 9-20

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 9: PROYECCIÓN DE DEMANDA DE VIAJES
9-1: PROYECCIONES DE PIB
9-4 ESTIMACIÓN MODELOS ECONOMÉTRICOS ELASTICIDAD PIB – VIAJES

9 PROYECCIÓN DEMANDA DE VIAJES

9.1 Presentación

Se requiere proyectar la demanda de viajes a los cortes definidos en el modelo (2030, 2035 y 2040) para lo cual es necesario realizar proyecciones del desarrollo demográfico y económico para el área de estudio. A partir de estos antecedentes es posible generar modelos econométricos que relacionen los viajes con el crecimiento económico y demográfico, que permitan estimar la evolución de la demanda de viajes.

En la segunda sección se realiza una proyección del territorio a partir de proyecciones sectoriales de crecimiento del sistema económico y demográfico. En la tercera sección se analiza de manera particular el desarrollo de un sector económico en especial, por la incidencia en las proyecciones de transporte de carga.

En la cuarta sección se aplica el crecimiento derivado de las proyecciones demográficas a nivel de zonas del modelo, en tanto en la quinta sección se estiman modelos basados en series de tiempo, que relacionan el PIB con los flujos de transporte usando información histórica del Plan Nacional de Censos. El resultado final son tasas de crecimiento por tipo de vehículo, que serán aplicadas a las matrices de viaje estimadas al año base para determinar la demanda en los cortes temporales futuros.

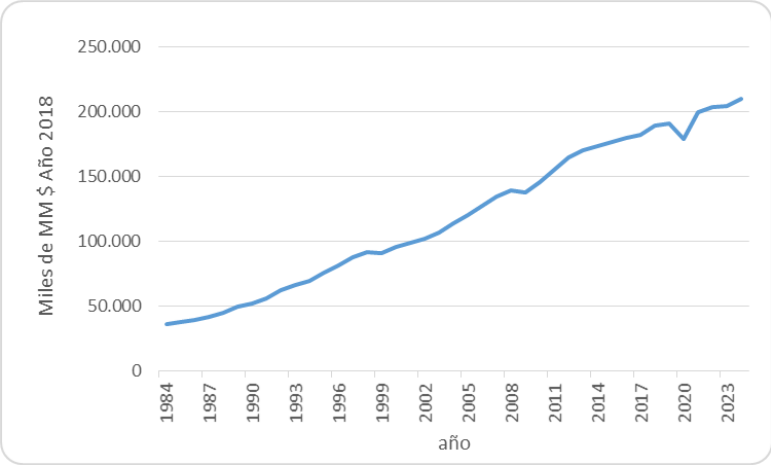
9.2 Proyecciones PIB y demográficas

9.2.1 Proyecciones de PIB

Para formular los escenarios macroeconómicos que serán adoptados para la proyección de la demanda y consiguiente evaluación del proyecto en estudio, se hace necesario determinar una tasa de crecimiento del PIB nacional, para lo cual se considera el desempeño pasado de la economía como también las expectativas de crecimiento futuro. No se consideran tasas de crecimiento del PIB regional dado que muchas empresas no tributan en la misma región donde realizan las inversiones, por lo cual se generan distorsiones, además las proyecciones del Banco Central y de otras entidades económicas se realizan basadas en el crecimiento global de la economía del país y no a nivel de regiones específicas.

Los gráficos siguientes presentan la evolución del PIB nacional a partir del año 1984 al 2024, donde se observan los períodos de contracción económica de fines de la década del 90 (crisis asiática), del año 2009 (subprime) y la de los últimos años (pandemia). En la serie de 40 años contemplada, la economía ha crecido a una tasa del 4,5% promedio anual, la cual se podría considerar como una tasa de largo plazo.

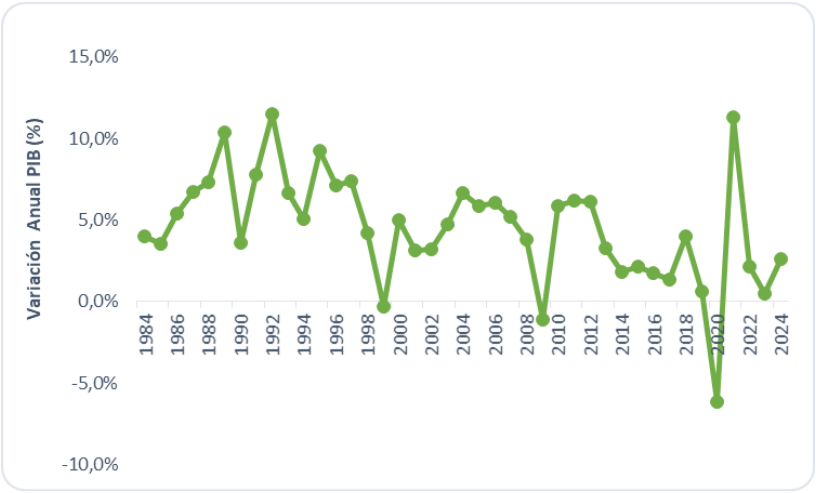
GRÁFICO N° 9.2-1: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PIB NACIONAL



Fuente: Elaboración propia

La tasa media de crecimiento de los últimos 40 años oculta fuertes variaciones a lo largo de este período, como se observa en el gráfico siguiente donde se aprecian tasas negativas como la del año 2009 que fue de -1,1% o la reciente de un -6,1% en el año 2020 y tasas positivas sobre el 10%, como el año 2021 que alcanzó a un 11,3%.

GRÁFICO N° 9.2-2: TASA DE VARIACIÓN ANUAL DEL PIB NACIONAL



Fuente: Elaboración propia

A pesar de las fuertes variaciones en la tasa de crecimiento, que se puede observar en el gráfico anterior, en los últimos 10 años, (considerando los años de pandemia), se aprecia como tasa tendencial un valor de 2,0% anual, bastante menor al crecimiento de las décadas pasadas, donde las tasas de crecimiento superaban ampliamente esta cifra.

Evidencias de esta caída se observan en la fuerza de trabajo que ha ido disminuyendo debido al envejecimiento de la población y la disminución de la natalidad, disminución de la

productividad y caída de la inversión. En consecuencia, el incremento en la producción se espera que venga asociado al mejoramiento de la productividad y al crecimiento de la inversión.

CUADRO N° 9.2-1: VARIACIÓN DEL PIB NACIONAL

Período	Tasa Anual
1984-1994	6,8%
1994-2004	5,0%
2004-2014	4,3%
2014-2024	2,0%

Fuente: Banco Central

Para formular los escenarios macroeconómicos que serán adoptados para la proyección de la demanda, se hace necesario adoptar como se indicó anteriormente una tasa de crecimiento del PIB nacional, para lo que se considerará el desempeño que ha tenido la economía en los últimos 40 años y las expectativas para el futuro.

Para tales efectos, se han usado diversas fuentes de información, las que se detallan a continuación.

- El Fondo Monetario Internacional (FMI) en su informe de abril del año 2025 realiza predicciones para el PIB del 2025 con una caída de un 0,6% con respecto al año 2024; mientras que para el año 2026 se espera un crecimiento positivo de 2,2%, para el mediano plazo (2027-2029) con un 2,3% y en el 2030 se espera un 2,2%

- El Banco Mundial en su edición de enero 2025 de "Global Economics Prospects" prevé que Chile tendrá una caída de su crecimiento en el año 2025 alcanzando a un 2,2% similar expectativa se prevé para el año 2026.

- El Ministerio de Hacienda proyecta un crecimiento del 2,6% para el año 2025 y espera que el PIB en los años 2026 baje hasta un 2,2% y en los años 2027 y 2028 se mantenga en un 2.1%.

- La OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) pronosticó un crecimiento del PIB de 2,3% para el año 2025. Para el año 2026 se espera un crecimiento del 2,1%.

- Adicionalmente, el Informe de Política Monetaria (IPoM) del Banco Central de Chile del mes de marzo del año 2025 estimó un crecimiento de la economía para el año 2025 de 2,3% y para los años 2026 y 2027 un 2,0%.

Considerando estos antecedentes, se definió el escenario base de crecimiento del PIB presentado en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 9.2-2: ESCENARIOS DE CRECIMIENTO DEL PIB NACIONAL

Año	Pesimista	Tendencial	Optimista
2025	2,1%	2,4%	2,7%
2026	1,9%	2,2%	2,5%
2027	1,9%	2,2%	2,5%
2028	1,9%	2,2%	2,5%
2029	2,0%	2,3%	2,6%
2030	1,9%	2,2%	2,5%
2030-2035	1,8%	2,1%	2,4%
2035-2040	2,0%	2,3%	2,6%

Fuente: Banco Elaboración Propia

Para el escenario tendencial de mediano plazo se ha usado un promedio de las predicciones del FMI, y las proyecciones del escenario base del último Informe de Finanzas Públicas de la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, el último Informe de Política Monetaria del Banco Central del mes de marzo y pronósticos de empresas de proyecciones (Consensus y Statista).

Los escenarios pesimista y optimista se construyeron a partir de los valores del escenario tendencial con una variación de ±0,3% con respecto a la tendencia. (Anexo N°9.1)

9.2.2 Proyecciones Demográficas

La determinación de la población para los años posteriores se realizó utilizando las proyecciones comunales elaboradas por el Instituto Nacional de Estadísticas a partir del Censo de Población realizado en el año 2017, ya que a la fecha del informe no se disponía de los resultados del censo realizado en 2024.

Dado que las proyecciones comunales de población se extienden hasta el año 2035 y como se requieren antecedentes para el corte 2040, fue necesario realizar un supuesto para rescatar la variabilidad de las tasas de crecimiento por comuna y no colocar una tasa de crecimiento pareja para toda el área de estudio.

Se determinó la tasa de crecimiento promedio anual por comuna entre los dos últimos cortes temporales donde se contaba con información (2025-2030, 2030-2035) y se aplicó la misma pendiente para determinar la tasa en el último corte temporal 2035-2040.

Junto con lo anterior se revisaron los proyectos inmobiliarios que se sometieron a Evaluación de Impacto Ambiental en la Región de O'Higgins, a partir del segundo semestre del 2017 a la fecha y que se encuentran aprobados. Se detectaron un conjunto de 22 proyectos en las

comunas de Rancagua, Machalí, Requínoa y Rengo, en el cuadro que sigue se presenta un resumen de ellos.

CUADRO N° 9.2-3: VIVIENDAS PREVISTAS EN PROYECTOS HABITACIONALES, REGIÓN DE O'HIGGINS

Proyecto Habitacional	Comuna	Viviendas	Fecha Aprobación
Portal El Abra II	Requínoa	320	oct-24
Molinos del Abra 1, 2 y 3	Requínoa	530	dic-24
Don Hernán	Rancagua	376	dic-24
Villa Santa Blanca II	Rancagua	420	jul-20
El Trapiche I, II y III	Rancagua	768	mar-19
Reserva Los Tilos	Rancagua	248	may-20
Parrones de Baquedano	Rancagua	516	nov-22
Villa Galilea Norte II y III	Rancagua	746	dic-20
Condominio Mirador del Parque I, II y III	Rancagua	832	jul-20
Alto O'Higgins	Rancagua	528	mar-21
Edificios Don Nicolás	Rancagua	360	may-21
Barrio Los Pinares	Rancagua	630	ene-22
Prados de Santa Clara	Rancagua	698	nov-21
Praderas de Kennedy	Rancagua	292	sept-21
Doña Carlota II y III	Rancagua	254	mar-24
La Gamboina	Rancagua	264	mar-23
Brisas de Machalí	Machalí	251	dic-22
El Remanso de Machalí	Machalí	611	may-23
Macro Rengo	Rengo	515	abr-24
Valles de Rengo II	Rengo	591	ene-20
Valles de Rengo III	Rengo	346	nov-23
Altos de San Martín	Rengo	347	may-23

Fuente: Elaboración propia a partir de Declaraciones de Impacto Ambiental, SEA abril 2025

En el cuadro que sigue se presenta el detalle del número de viviendas a construir por año, según dichos antecedentes.

CUADRO N° 9.2-4: PROYECCIÓN DE VIVIENDAS NUEVAS POSTERIOR A PROYECCIÓN INE

Comuna	2017-2025	2026-2030	Nº Proyectos
Requínoa	375	475	2
Rancagua	6.279	653	14
Rengo	1.709	90	2
Machalí	472	390	4

Fuente: Elaboración propia a partir de Declaraciones de Impacto Ambiental, SEA abril 2025

A partir de estos datos se ajusta la cantidad de habitantes proyectadas por el INE al año 2025 y al año 2030 en las comunas con proyectos inmobiliarios y se mantienen las tasas de crecimiento proyectadas para los cortes temporales futuros (2030, 2035 y 2040).

De este modo se obtuvo la población para el área de estudio en los diferentes cortes temporales.

En el cuadro que sigue se presenta la proyección y el crecimiento comunal para la Región de O'Higgins, considerando los proyectos inmobiliarios posteriores al censo del año 2017.

CUADRO N° 9.2-5: PROYECCIONES DE POBLACIÓN POR COMUNAS, ÁREA DE ESTUDIO

Comuna	Proyecciones de Población Ajustada con Proyectos Inmobiliarios				Tasa Anual de Crecimiento			
	2025	2030	2035	2040 (e)	2017-25	2025-30	2030-35	2035-40
Rancagua	301.586	314.473	323.069	331.900	2,8%	0,8%	0,5%	0,5%
Rengo	73.071	75.557	77.017	78.505	2,7%	0,7%	0,4%	0,4%
Machalí	67.700	73.976	77.660	81.528	3,2%	1,8%	1,0%	1,0%
San Vicente	52.653	54.236	55.372	56.532	1,5%	0,6%	0,4%	0,4%
Graneros	38.569	40.366	41.994	43.688	1,8%	0,9%	0,8%	0,8%
Requínoa	33.530	36.892	38.183	39.518	2,3%	1,9%	0,7%	0,7%
Mostazal	28.806	30.020	31.155	32.333	1,6%	0,8%	0,7%	0,7%
Las Cabras	27.972	28.981	29.811	30.665	1,6%	0,7%	0,6%	0,6%
Doñihue	23.866	24.905	25.865	26.862	1,7%	0,9%	0,8%	0,8%
Pichidegua	21.133	21.324	21.352	21.380	0,9%	0,2%	0,0%	0,0%
Coltauco	22.347	23.319	24.220	25.156	1,7%	0,9%	0,8%	0,8%
Peumo	15.038	15.058	15.042	15.026	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Olivar	15.092	15.481	15.804	16.134	1,3%	0,5%	0,4%	0,4%
Malloa	14.325	14.425	14.489	14.553	0,8%	0,1%	0,1%	0,1%
Quinta De Tilcoco	14.379	14.806	15.180	15.563	1,3%	0,6%	0,5%	0,5%
Codegua	14.745	15.282	15.725	16.181	1,6%	0,7%	0,6%	0,6%
Coinco	8.062	8.203	8.260	8.317	1,1%	0,3%	0,1%	0,1%
Prov. Cachapoal	**772.874**	**807.303**	**830.197**	**853.840**	**2,3%**	**0,9%**	**0,6%**	**0,6%**
San Fernando	81.677	84.241	86.398	88.610	1,2%	0,6%	0,5%	0,5%
Santa Cruz	42.914	44.406	45.510	46.641	1,6%	0,7%	0,5%	0,5%
Chimbarongo	38.602	39.266	39.770	40.280	1,1%	0,3%	0,3%	0,3%
Nancagua	19.855	20.460	20.993	21.540	1,4%	0,6%	0,5%	0,5%
Chépica	16.189	16.350	16.440	16.530	0,9%	0,2%	0,1%	0,1%
Palmilla	13.666	13.960	14.200	14.444	1,1%	0,4%	0,3%	0,3%
Peralillo	12.249	12.574	12.850	13.132	1,3%	0,5%	0,4%	0,4%
Placilla	9.303	9.404	9.478	9.553	0,8%	0,2%	0,2%	0,2%
Lolol	7.489	7.641	7.759	7.879	1,2%	0,4%	0,3%	0,3%
Pumanque	3.510	3.478	3.450	3.422	0,3%	-0,2%	-0,2%	-0,2%
Prov. Colchagua	**245.454**	**251.780**	**256.848**	**262.032**	**1,2%**	**0,5%**	**0,4%**	**0,4%**
Pichilemu	19.016	20.001	20.885	21.808	1,9%	1,0%	0,9%	0,9%
Marchigüe	7.730	7.792	7.828	7.864	0,7%	0,2%	0,1%	0,1%
Navidad	7.188	7.422	7.612	7.807	1,0%	0,6%	0,5%	0,5%
Litueche	6.989	7.167	7.309	7.454	1,3%	0,5%	0,4%	0,4%
Paredones	6.235	6.112	5.989	5.868	0,1%	-0,4%	-0,4%	-0,4%
La Estrella	3.092	3.058	3.019	2.980	0,2%	-0,2%	-0,3%	-0,3%
Prov. Cardenal Caro	**50.250**	**51.552**	**52.642**	**53.782**	1,1%	0,5%	0,4%	0,4%
Región de O'Higgins	**1.068.578**	**1.110.635**	**1.139.687**	**1.169.655**	**2,0%**	**0,8%**	**0,5%**	**0,5%**

Fuente: Elaboración propia a partir de Proyecciones INE 2002-2035, basadas en Censo 2017. (e): estimado 2040

9.3 Proyecciones Sector Frutícola

Entre las actividades productivas relevantes de la región se encuentra la agricultura y en ella se destaca la fruticultura. En Chile la superficie plantada con frutales asciende a cerca de 375 mil hectáreas; de éstas el 24% se encuentra en la región de O'Higgins. Al observar la

evolución de la superficie plantada con frutales en la región se puede notar que ha tenido un crecimiento promedio anual de 2,5% a lo largo de esto últimas dos décadas, para estar bordeando las 100 mil hectáreas, no obstante, se observan rendimientos decrecientes.

La disminución de los rendimientos en la cosecha frutícola se debe a varios factores, incluyendo el cambio climático, la escasez de mano de obra, la competencia de otros países y la variabilidad de precios en el mercado.

El cambio climático afecta la disponibilidad de agua y las temperaturas, lo que reduce la producción y calidad de la fruta, la escasez de mano de obra y la competencia de otros países también tiene un impacto negativo en los rendimientos.

CUADRO N° 9.3-1: EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN FRUTALES REGIÓN DE O'HIGGINS, 2003-2024

Año	Superficie Frutas (ha)	Producción Frutas (ton)	Rendimiento Promedio (ton/ha)
2003	59.967	1.620.262	27,0
2009	75.239	1.177.088	15,6
2015	77.303	1.257.518	16,3
2018	82.285	1.553.975	18,9
2021	95.082	1.383.232	14,5
2024	99.901	1.361.078	13,6
2003-2024	**2,5%**	**-0,8%**	**-3,2%**
2015-2024	**2,9%**	**0,9%**	**-2,0%**

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes ODEPA

La producción estimada de frutas en la región al año 2024 es cercana a 1,4 millones de toneladas. En términos generales, el mix de productos de la región ha mantenido en la última década las mismas especies, solo ha variado la participación porcentual de la superficie con respecto al año 2015. Es así como se observa una caída en la vid de mesa, manzanos, duraznos y peras, lo que ha llevado a un incremento significativo en la participación de cerezas y en menor medida de paltos y mandarinas. Es decir, existe una reconversión productiva debido al surgimiento de nuevos frutales. La declinación de manzanos y vid de mesa, predominantes en las primeras etapas del desarrollo de la fruticultura como rubro exportador, ambas especies disminuyen su peso porcentual; contrasta con cerezos que muestran un fuerte desarrollo.

CUADRO N° 9.3-2: VARIACIÓN DEL MIX DE PRODUCTOS REGIÓN DE O'HIGGINS, 2015-2024

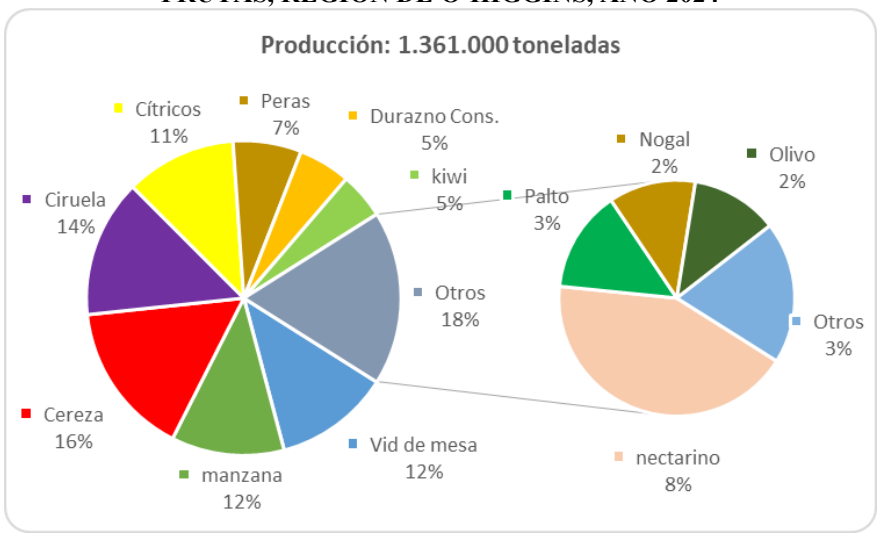
Especie	2015	2024
Cerezo	11%	30%
Ciruelo	14%	12%
Vid de mesa	16%	9%
Nogal	7%	7%

Especie	2015	2024
Nectarino	5%	6%
Palto	2%	5%
Manzano	12%	5%
Olivo	6%	4%
Almendro	3%	3%
Durazno	8%	4%
Kiwi	4%	3%
Mandarino	1%	3%
Pera	6%	3%
Otros	5%	6%

Fuente: Catastros frutícolas 2015-2024 ODEPA, CIREN

En el gráfico que sigue se observa la distribución por especie de la producción estimada para el año 2024. Cerezas son la principal especie producida con un aporte del 16%, luego le siguen las ciruelas con un 14% y más atrás vid de mesa con un 12% al igual que manzanas; mientras que los cítricos (Mandarinos, limoneros y naranjos) representan el 11%.

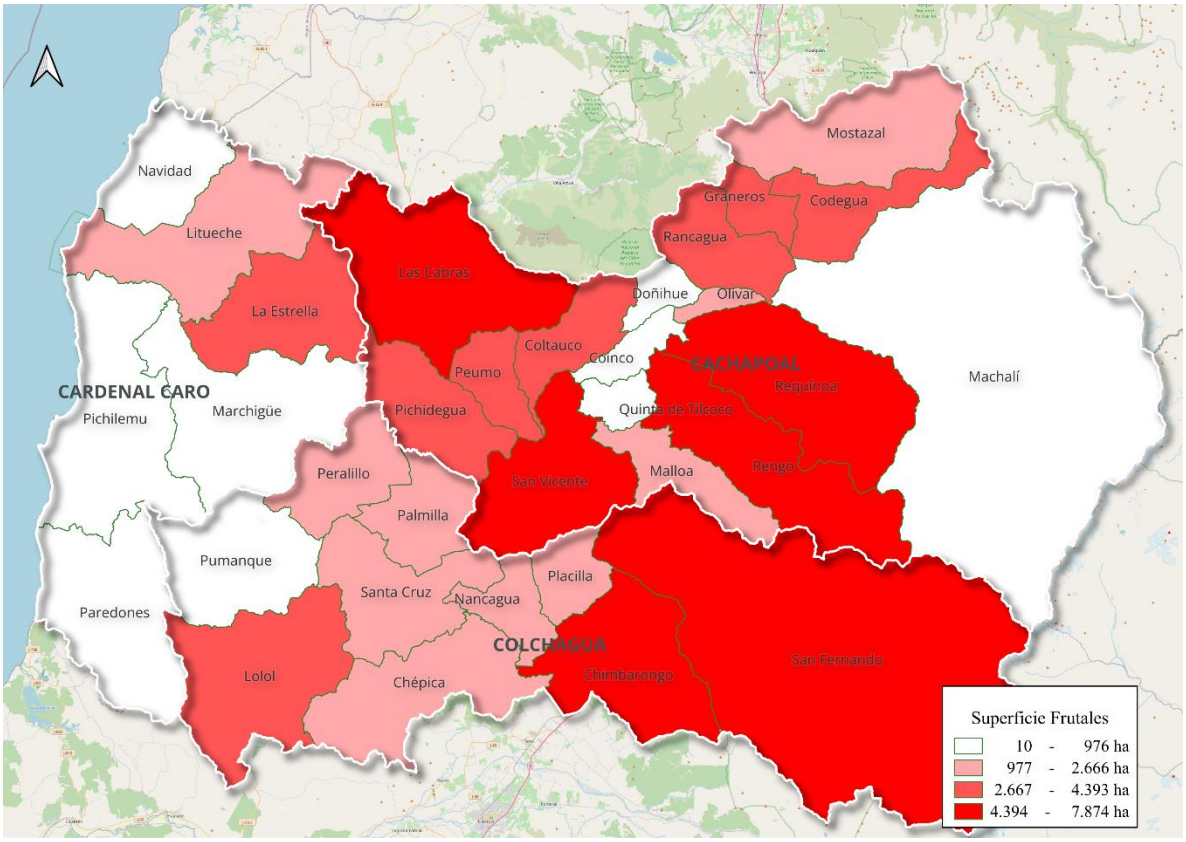
GRÁFICO N° 9.3-1: DISTRIBUCIÓN POR ESPECIE DE LA PRODUCCIÓN ESTIMADA DE FRUTAS, REGIÓN DE O'HIGGINS, AÑO 2024



Fuente: Elaboración propia a partir del Catastro frutícola 2024 ODEPA, CIREN

En la figura que sigue es posible observar cómo se distribuye la superficie de frutales plantada a nivel comunal, concentrándose en las provincias de Cachapoal y Colchagua; siendo las comunas de Chimbarongo, Rengo y Las Cabras las que poseen la mayor superficie destinada a este tipo de cultivos.

FIGURA N° 9.3-1: RANGO DE SUPERFICIE CULTIVADA CON FRUTALES POR COMUNA



Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro Frutícola ODEPA 2024

El 68% de la fruta cosechada en la región se destina a exportación, dada la ubicación de las plantaciones, se generan flujos transversales hasta la Ruta 5 y la Ruta 66 (Carretera de la Fruta) para salir por los puertos de la Región de Valparaíso. El 26% se va a la agroindustria y el resto al mercado interno.

De la fruta destinada a la agroindustria, el principal destino corresponde a elaboración de pulpas (34%) y deshidratados (22%) como se observa en el cuadro que sigue.

CUADRO N°9.3-3: FRUTA DESTINADA A LA AGROINDUSTRIA REGIÓN DE O'HIGGINS 2024

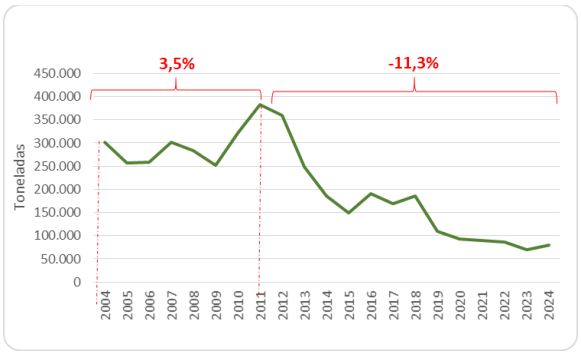
Pulpas	Toneladas	Participación %
Pulpas	123:900	34%
Deshidratados	77.506	22%
Elaboración aceite de oliva	50.741	14%
Jugos	43.823	12%
Procesadora de fruta seca	43.009	12%
Otros	20.883	6%
Total	**359.862**	**100%**

Catastro Frutícola ODEPA 2024

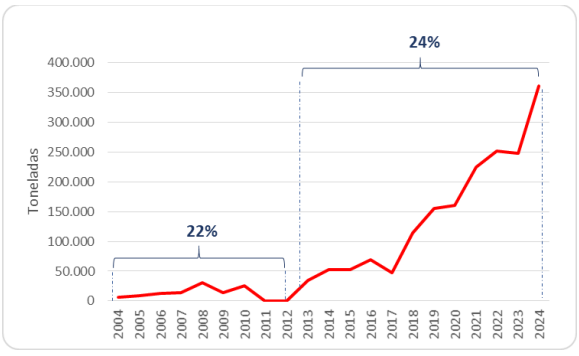
El sector frutícola es el principal sector exportador en la región de O'Higgins, en segundo lugar, se encuentra la minería. En el año 2024 las exportaciones de fruta fresca alcanzaron las 933 mil toneladas, siendo las cerezas, vid de mesa, ciruelas y manzanas las más importantes en términos de volumen exportado; sin embargo, las exportaciones de manzanas han ido decreciendo a través de los años (-6,4% en los últimos 20 años), la vid de mesa se ha mantenido estable, mientras que las cerezas van al alza (22,9% en el mismo período), como se observa en el gráfico que sigue.

Se puede notar que la caída en las exportaciones de manzanas se produce a partir del año 2012; donde comienzan a incrementarse las exportaciones de cerezas significativamente.

CUADRO N°9.3-4: EXPORTACIONES DE FRUTALES REGIÓN DE O'HIGGINS



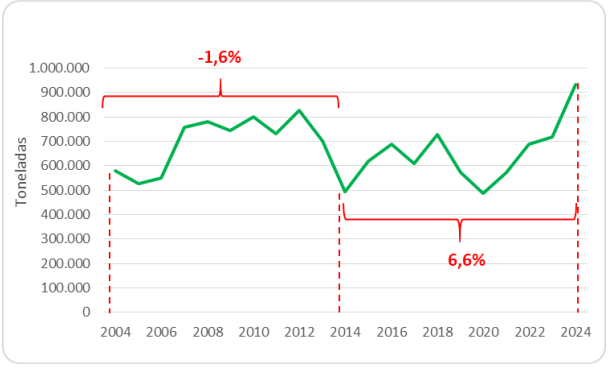
Exportaciones de manzanass



Exportaciones de cerezas

En los últimos 20 años las exportaciones de frutas procedentes de la Región de O'Higgins han crecido a una tasa promedio anual de 2,4%; si se analiza el comportamiento para la primera década cae a -1,6%; mientras que en la última década el incremento promedio anual es de un 6,6%. Ello se debe principalmente a la reconversión del mix de frutas, disminuyendo los envíos de manzanos y vid de mesa, pero por sobre todo al gran incremento de las exportaciones de cerezas.

GRÁFICO N° 9.3-2: EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE FRUTAS, REGIÓN DE O'HIGGINS



Fuente: Elaboración propia, a partir de base de datos Comercio Exterior ODEPA

En cuanto al destino de las exportaciones, en los últimos 25 años, éstas han variado poco en cuanto a la diversificación de los mercados. A modo global, las frutas se enviaban principalmente a EE. UU. (43%) y Países Bajos (6%) durante el año 2000. A partir del año 2019 China se convierte en el principal comprador de fruta chilena (26% del valor total), seguido de EE. UU. (25%).

Pese a la prolongada sequía que ha afectado al país en la última década, las exportaciones frutícolas han crecido de manera sostenida en la región, gracias a las inversiones que han realizado los productores mejorando la tecnología en la actividad. Es así como en la actualidad el 82% de la superficie de frutales es regada por goteo.

Si bien es cierto la reciente temporada de cerezas presentó diversos problemas en los envíos y bajas en los precios, China es el principal mercado para la cereza chilena. Los especialistas plantean que se debe diversificar el mercado para no generar una sobre oferta que genere una caída en los precios.

Con respecto a la evolución de la superficie cultivada en la región de O'Higgins se observa una reconversión del suelo por cultivos más rentables como es el caso de las cerezas. Es así como en la última década ha crecido la superficie de cerezos y representa cerca de un tercio de la superficie de frutales de la región, mientras manzanos han reducido la superficie prácticamente a la mitad y la vid de mesa en un 25%, como se puede ver en el cuadro que sigue.

CUADRO N° 9.3-5: EVOLUCIÓN SUPERFICIE PRINCIPALES ESPECIES, REGIÓN DE O'HIGGINS

Principales Especies	2015	2018	2021	2024	2015-2024	Participación %
Vid de mesa	12.364	13.435	12.736	8.918	-3,6%	8,9%
Cerezas	8.675	13.699	22.966	29.935	14,8%	30,0%
Ciruelas	10.757	11.487	10.991	12.452	1,6%	12,5%
kiwis	3.376	3.266	2.720	3.370	0,0%	3,4%
Manzanas	9.243	7.734	6.388	4.894	-6,8%	4,9%
Nectarines	3.645	3.866	4.893	5.694	5,1%	5,7%
Otras	29.244	31.799	34.388	34.639	1,9%	34,7%
Total	**77.303**	**85.285**	**95.082**	**99.902**	**2,9%**	**100,0%**

Fuente: ODEPA, CIREN

La región de O'Higgins ocupa el segundo lugar al año 2024 en la superficie de cerezas (39% del total nacional) después de la Región del Maule y el primer lugar en superficie de vid de mesa (27% del total nacional).

A nivel de comunas el mayor incremento en superficie total de frutales en el período 2015-2024 se produce en las comunas de Las Cabras y Chimbarongo que aumentaron el área

cultivada con frutas en más de 3 mil hectáreas; mientras que en las otras comunas se observa un decrecimiento o un crecimiento menor; siendo Rancagua la que redujo la mayor cantidad de superficie en el período.

CUADRO N° 9.3-6: EVOLUCIÓN SUPERFICIE CON FRUTALES, REGIÓN DE O'HIGGINS (HECTÁREAS)

Comuna	2015	2024	2015-2024
Rancagua	3.523	3.088	-1,5%
Codegua	4.373	4.235	-0,4%
Coinco	740	950	2,8%
Coltauco	3.209	3.409	0,7%
Doñihue	484	443	-1,0%
Graneros	2.956	2.958	0,0%
Las Cabras	3.804	7.124	7,2%
Machalí	706	660	-0,7%
Malloa	1.399	1.555	1,2%
Mostazal	2.471	3.087	2,5%
Olivar	1.767	1.717	-0,3%
Peumo	3.092	3.658	1,9%
Pichidegua	2.255	4.797	8,7%
Quinta De Tilcoco	783	887	1,4%
Rengo	7.016	8.073	1,6%
Requínoa	6.805	6.718	-0,1%
San Vicente	5.585	6.017	0,8%
CACHAPOAL	**50.966**	**59.374**	**1,7%**
San Fernando	4.612	5.602	2,2%
Chépica	1.499	2.374	5,2%
Chimbarongo	5.402	8.455	5,1%
Lolol	2.414	2.876	2,0%
Nancagua	1.672	2.066	2,4%
Palmilla	1.716	3.564	8,5%
Peralillo	980	2.347	10,2%
Placilla	2.181	2.597	2,0%
Pumanque	588	730	2,4%
Santa Cruz	1.718	3.272	7,4%
COLCHAGUA	**22.782**	**33.883**	**4,5%**
Pichilemu	47	20	-9,3%
La Estrella	2.350	3.966	6,0%
Litueche	317	1.814	21,4%
Marchigüe	791	795	0,1%
Navidad	41	40	-0,3%
Paredones	10	10	-0,5%
CARDENAL CARO	**3.556**	**6.644**	**7,2%**
REG. O'HIGGINS	**77.303**	**99.902**	**2,9%**

Fuente: Catastros frutícolas 2015-2024 ODEPA, CIREN

Analizando la evolución de la superficie a nivel de las principales especies producidas por comuna se puede apreciar el significativo incremento de cerezas en las comunas de Coltauco, Graneros, Las Cabras, Pichidegua, Rengo, Requínoa, San Fernando y San Vicente

observándose la disminución de la superficie de vid de mesa, manzano rojo y durazno conservero.

CUADRO N° 9.3-7: EVOLUCIÓN SUPERFICIE PRINCIPALES ESPECIES Y COMUNAS, REGIÓN DE O'HIGGINS

Comuna	Período	Cerezo	Nogal	Olivo	Vid de Mesa	Manzano Rojo	Durazno Conservero
Coltauco	2015	229	101	0	750	236	52
	2024	917	125	1	430	120	32
	2015-2024	16,7%	2,5%		-6,0%	-7,2%	-5,3%
Graneros	2015	455	35	0	521	521	322
	2024	1.000	229	0	407	407	128
	2015-2024	9,1%	23,2%		-2,7%	-2,7%	-9,7%
Las Cabras	2015	322	543	10	1.241	20	34
	2024	2.259	717	10	557	1	52
	2015-2024	24,2%	3,1%	-0,2%	-8,5%	-29,5%	4,8%
Malloa	2015	61	20	151	208	257	26
	2024	659	12	143	157	61	18
	2015-2024	30,3%	-5,5%	-0,6%	-3,1%	-14,8%	-4,0%
Pichidegua	2015	56	55	64	284	3	89
	2024	1.051	169	0	131	2	78
	2015-2024	38,4%	13,3%	-100,0%	-8,2%	-3,1%	-1,4%
Rengo	2015	910	334	23	773	716	955
	2024	2.976	274	23	656	329	328
	2015-2024	14,1%	-2,2%	0,3%	-1,8%	-8,3%	-11,2%
Requínoa	2015	739	1.563	0	614	548	845
	2024	1.564	1.769	0	387	277	598
	2015-2024	8,7%	1,4%		-5,0%	-7,3%	-3,8%
San Fernando	2015	1.295	130	89	701	838	11
	2024	3.226	84	57	474	425	0
	2015-2024	10,7%	-4,7%	-4,9%	-4,2%	-7,3%	-100,0%
La Estrella	2015	0	155	1.971	0	0	0
	2024	0	121	2.960	0	0	0
	2015-2024		-2,7%	4,6%			
San Vicente	2015	422	117	0	2.026	121	655
	2024	1.294	114	0	1.909	42	341
	2015-2024	13,3%	-0,3%		-0,7%	-11,2%	-7,0%

Fuente: Catastros frutícolas 2015-2024 ODEPA, CIREN

Al año 2024 el 88% de la superficie frutícola tiene un sistema de riego por goteo de alta eficiencia y el mayor problema es la falta de gestión integral del recurso hídrico para enfrentar el cambio climático. El sector frutícola está en una constante renovación de especies y variedades para adaptarse a los nuevos requerimientos de los mercados y a las condiciones agroclimáticas de la región, que han presentado cambios importantes en los últimos años producto del cambio climático y la prolongada sequía que ha afectado a parte importante del país.

La región de O'Higgins se ha consolidado como el principal polo productor y exportador de cerezas del país, responsable de cerca del 47% de la producción nacional, donde comunas como San Fernando y Rengo lideran la superficie plantada.

Los principales desafíos que enfrenta el sector son:

- Creciente competencia internacional en la producción frutícola, lo que exige mejorar la productividad y adaptarse a desafíos como el cambio climático (escasez hídrica y desplazamiento agrícola al sur).

- La escasez y alto costo de mano de obra, y la necesidad de tecnologías que permitan una agricultura más inteligente.

- Extender la vida post-cosecha para acceder a mercados lejanos con buena condición de la fruta.

- Respuesta rápida ante nuevas preferencias de los consumidores, como frutas con mejores características, producción sustentable y productos certificados.

- Diversificación de los destinos de exportación de productos como cerezas, cítricos y aceite de oliva, actualmente muy concentrados en pocos países. (Más del 90% de la producción de cerezas se destina a China en la actualidad).

- La importancia de la asociatividad (como cooperativas) para fortalecer a pequeños y medianos productores, mejorar condiciones de vida rurales y fomentar el empleo y la permanencia de jóvenes en el sector agrícola.

En consecuencia, las expectativas para la región de O'Higgins es que se mantenga el desarrollo frutícola, con un uso cada vez más eficiente del agua; mejorar los rendimientos a través de desarrollo tecnológico y un moderado incremento en la superficie cultivada.

Considerando el escenario descrito anteriormente, se presentan las tasas de crecimiento para la producción de frutas en la región, considerando que el efecto del cambio climático ya es parte del escenario nacional.

Considerando en el corto plazo variaciones en los rendimientos de la producción de frutales por mejoras tecnológicas en la región y en el mediano y largo plazo incorporar además de mejoras en los rendimientos un incremento en la superficie cultivada similar al que se obtuvo entre el año 2015-2024, la producción de frutales podría superar los 2,4 millones de toneladas al año 2040.

CUADRO N° 9.3-8: ESCENARIOS FRUTALES REGIÓN DE O'HIGGINS

Corte Temporal	Rendimientos (ton/ha)	Producción (ton)	Incremento Superficie	Superficie (ha)
2024	13,6	1.361.078	-	99.901
2030	14,0	1.719.254	3,50%	122.804
2035	14,5	2.064.268	3,00%	142.363
2040	15,0	2.416.065	2,50%	161.071

Fuente: Elaboración propia

A partir de los escenarios de incremento de superficie y rendimientos presentados anteriormente se puede estimar las tasas de crecimiento futuras de la producción de frutas en la región para las próximas décadas.

CUADRO N° 9.3-9: PROYECCIÓN PRODUCCIÓN DE FRUTALES REGIÓN DE O'HIGGINS

Período	Crecimiento Producción
2024-2030	4,0%
2030-2035	3,7%
2035-2040	3,2%

Fuente: Elaboración propia

9.4 Modelos Elasticidad PIB

9.4.1 Presentación

Para estimar las proyecciones de crecimiento futuro del flujo vehicular se realizó un análisis de la evolución histórica de ellos a partir de antecedentes del Plan Nacional de Censos (PNC), como también se analizan las proyecciones del crecimiento del país a través de las expectativas de PIB para las próximas décadas.

A continuación, se explica la metodología aplicada y se estima con la información disponible un conjunto de elasticidades PIB de la demanda.

9.4.2 Marco Metodológico

Para proyectar la evolución de los flujos vehiculares en el tiempo, un enfoque es la modelación de series de tiempo. En este contexto, se plantea como hipótesis la existencia de una relación entre el flujo y la variable macroeconómica PIB.

La estrategia utilizada consistió en estimar modelos que relacionan el flujo vehicular con cambios en el PIB, intentando determinar una elasticidad.

La elasticidad se define como una medida de la sensibilidad del flujo vehicular ante cambios en el PIB. Matemáticamente, se expresa en la siguiente ecuación, donde y es el flujo vehicular.

$$E = \frac{\Delta y/y}{\Delta PIB/PIB}$$

El enfoque más general para estimar modelos de serie de tiempo es el de utilizar modelos ARIMA (modelo autorregresivo integrado de promedio móvil) dado que presentan flexibilidad para abordar casos en que se cuenta con series eventualmente no estacionarias y permitir la identificación de tendencias. Se usó el módulo computacional R y paquetes estadísticos disponibles para la estimación.

En particular, se utiliza la herramienta auto.arima, que permite realizar múltiples estimaciones de modelos e identificar aquella de mejor ajuste a los datos. Para cada serie temporal se estimaron además de los coeficientes, el ajuste (indicador R2) y la significancia estadística de los coeficientes obtenidos (t-test).

Se determina el modelo de mejor ajuste para cada serie temporal. Una vez determinado el modelo se usa en fase predictiva según las proyecciones previstas para el PIB nacional. Para este efecto se considera el uso del modelo en fase predictiva para 20 años, estimando directamente la elasticidad de largo plazo como el promedio de la elasticidad obtenida en los 5 años finales de la predicción.

9.4.3 Información disponible

Para efectos de estimar modelos econométricos que vinculen el PIB nacional con el nivel de flujo vehicular, se consideró la fuente de información que tiene mayor cantidad de registros históricos.

El Plan Nacional de Censos (PNC) corresponde a información sistemática de conteos de tránsito vehicular que desarrolla la Dirección de Vialidad en una muestra relevante de los caminos nacionales, con mayor cobertura en la vialidad pavimentada. Estas mediciones se desarrollan desde el año 1966, encontrándose disponible en la página web de la Dirección de Vialidad, los resultados de los conteos desarrollados en las últimas mediciones, vale decir del período 2010 a 2023 con datos en los años pares[1]. Para cada año se determinó el PIB nacional, usando una serie disponible del Banco Central.

[1] A contar de 2012 se separaron las mediciones de zona sur en años pares (2014 en adelante) y zona norte en años impares (2015 en adelante), correspondiendo en este último caso a los años 2015, 2017, 2019, 2021 y 2023 para la Región de O'Higgins.

Los conteos considerados se desarrollan durante una fecha representativa de las temporadas de invierno, primavera y verano, contemplándose en cada una de ellas, mediciones continuas de 12 o 24 hrs. de un día laboral.

Las mediciones se desarrollan para un total de 7 categorías de vehículos, destacándose la mayor desagregación de los vehículos de carga, ya que cuatro categorías se orientan al registro de las pasadas de camiones; en contraposición, existe una agregación de los vehículos de transporte público, con sólo una categoría que agrega los buses y taxibuses. Para los vehículos livianos, los conteos se distribuyen en autos y camionetas. La tipología de vehículos contemplados en las mediciones es:

- Autos y Station
- Camionetas
- Camiones Simples de 2 Ejes
- Camiones Simples de más de 2 Ejes
- Semi Remolques
- Remolques
- Buses y Taxibuses

En el área de estudio existen registros de flujos vehiculares en múltiples puntos de control, a partir del año 2000. Ha habido cambios de numeración el año 2015 y posteriores, así como interrupciones en los conteos por eliminación del punto o situaciones específicas[2], lo que dificulta obtener series temporales continuas. Para el análisis se seleccionaron PNC que cuentan con información completa por tipo de vehículo y temporada, para al menos 7 años de medición.

En el siguiente cuadro y figura se muestran los puntos de control PNC considerados. En la mayoría de los casos poseen la misma ubicación geográfica y su cambio de código se realizó el año 2015. Cabe señalar que hubo además cambios en los roles de las rutas, lo que dificultó su identificación.

CUADRO N° 9.4-1: PUNTOS PNC CONSIDERADOS EN LA ESTIMACIÓN DE ELASTICIDADES

PNC 2010	PNC2015
016	98
017	99
018	100
019	101
024	105
026	106

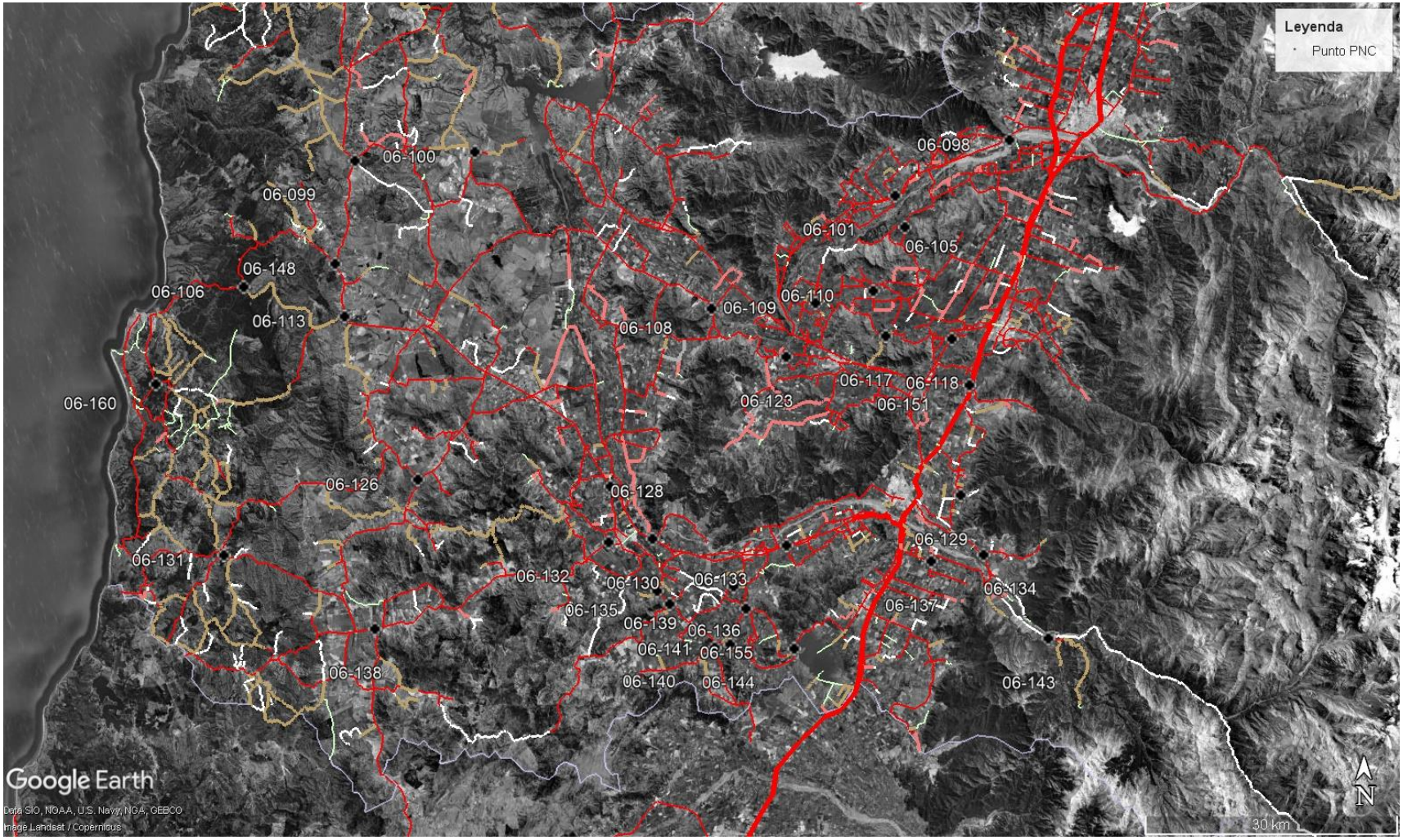
[2] En las mediciones de 2019 y 2021 algunos puntos o temporadas no se registraron por estallido social o emergencia sanitaria, lo que llevó a su descarte.

PNC 2010	PNC2015
028	108
029	109
030	110
034	113
038	117
039	118
044	123
047	126
049	128
050	129
051	130
053	131
054	132
055	133
056	134
057	135
058	136
059	137
060	138
061	139
062	140
063	141
066	143
067	144
076	148
079	151
083	155
088	160

Fuente Elaboración propia

En la figura siguiente se presentan los puntos de control utilizados, considerando su denominación a partir del 2015.

FIGURA N°9.4-1: PUNTOS DE CONTROL SELECCIONADOS



Fuente Elaboración propia

9.4.4 Estimación de modelos econométricos

La estrategia de estimación consideró que se disponía de información por tipologías vehiculares, las que fueron agrupadas de la siguiente forma:

- Autos
- Vehículos Livianos (Autos + camionetas)
- Camiones de 2 ejes
- Camiones pesados (incluye camiones de más de dos ejes, remolques y semi remolques)
- Buses
- Vehículos totales (considera todos los vehículos registrados en el punto de control)

Se consideraron como series independientes los datos de las temporadas invierno, primavera y verano, y se estimaron modelos para cada serie. Se debe considerar que el procedimiento automático comparó el ajuste de distintos modelos ARIMA de manera que el volumen de estimación fue mayor, generándose al menos 80 modelos para cada categoría vehicular analizada considerando puntos, ramas y temporadas.

Naturalmente, no todos los modelos resultaron adecuados debido normalmente a que existían datos "extraños" en algunos años de medición (aumentos o disminuciones bruscas de alguna(s) categoría(s) vehicular(es)). De este modo, se descartaron modelos con bajo ajuste R^2<65% y resultados "anómalos" de elasticidad (valores negativos, muy bajos o muy altos). Se registró el tipo de modelo ARIMA resultante, los parámetros obtenidos y su significancia estadística (t-test), además del ajuste (R^2) y elasticidad resultante del procedimiento explicado previamente. En anexo se incluyen el programa R para estimar series ARIMA, la base de datos considerada y los resultados de la salida.

A continuación, se presentan las elasticidades resultantes para aquellos modelos obtenidos con mejor ajuste, para cada categoría establecida.

CUADRO N° 9.4-2: ELASTICIDADES RESULTANTES Y AJUSTE – VEHÍCULOS TOTALES

PNC	Elasticidad	R2	Ruta
01601V	2,74	87%	H-30
01601I	2,43	91%	H-30
01603P	3,16	92%	H-270
01701V	3,67	88%	I-80-G
01701I	2,89	89%	I-80-G
01701P	1,31	87%	I-80-G
01703I	1,21	84%	I-20
01703P	1,10	82%	I-20
01901P	1,48	86%	H-30
02401V	3,52	85%	H-38
02401I	1,75	85%	H-38

02403I	2,10	77%	H-590
02403P	1,81	88%	H-590
02801I	1,67	84%	H-76-I
02802P	1,42	87%	H-76-I
03001P	0,55	86%	H-56
03003I	1,15	71%	H-574
03401I	1,38	88%	Ruta 90
03801P	1,90	90%	H-634
04401I	0,76	82%	H-76
04701P	2,04	82%	I-60
Promedio	**1,91**		

Fuente Elaboración propia. * Valores anómalos

La elasticidad PIB de la muestra total, todas las categorías vehiculares, resulta superior a la unidad en todos los casos. Se observan puntos con valores muy superiores a la unidad, lo que sugiere crecimientos muy acelerados.

CUADRO N° 9.4-3: ELASTICIDADES RESULTANTES Y AJUSTE – VEHÍCULOS LIVIANOS

PNC	Elasticidad	R2	Ruta
01601V	3,09	89%	H-30
01601I	2,61	91%	H-30
01603P	3,51	93%	H-270
01701V	3,76	89%	I-80-G
01701I	2,87	90%	I-80-G
01701P	0,60	87%	I-80-G
01703I	1,49	89%	I-20
01703P	1,39	90%	I-20
01803P	2,04	78%	I-158
01901P	0,23	85%	H-30
02401I	2,04	86%	H-38
02403P	2,24	86%	H-590
02403I	2,31	77%	H-590
02801I	1,71	86%	H-76-I
02802P	1,66	90%	H-76-I
03001V	1,04	77%	H-56
03001P	0,99	88%	H-56
03003I	1,18	67%	H-574
03401I	1,75	89%	Ruta 90
03801P	1,64	89%	H-634
04401I	0,28	83%	H-76
04701P	2,24	84%	I-60
Promedio	**1,85**		

Fuente Elaboración propia. * Valores anómalos

En el caso de la suma de automóviles y camionetas, se obtienen modelos con buen ajuste considerando diversos tipos de ruta. En general, se obtienen elasticidades superiores a la unidad en la mayoría de los casos.

CUADRO N° 9.4-4: ELASTICIDADES RESULTANTES Y AJUSTE – CAMIONES DOS EJES

PNC	Elasticidad	R2	Ruta
01601V	0,99	67%	H-30
01601I	3,28	91%	H-30
01701V	2,60	84%	I-80-G
01701I	2,17	79%	I-80-G
01701P	3,12	88%	I-80-G
01803P	2,05	74%	I-158
01901P	1,11	88%	H-30
02401V	1,52	52%	H-38
02401I	0,88	60%	H-38
02401P	1,45	85%	H-38
02403I	2,94	65%	H-590
02403P	1,76	84%	H-590
04401I	0,45	51%	H-76
04701P	1,22	49%	I-60
Promedio	**2,17**		

Fuente Elaboración propia. * Valores anómalos

En el caso de los camiones de dos ejes, se lograron varios modelos satisfactorios pero con una dispersión importante en los valores de la elasticidad, incluyendo valores altos y otros menores a la unidad. Considerando los modelos con mejor ajuste, la elasticidad resulta superior a la unidad.

CUADRO N° 9.4-5: ELASTICIDADES RESULTANTES Y AJUSTE – CAMIONES MÁS DE DOS EJES

PNC	Elasticidad	R2	Ruta
01601V	0,56	47%	H-30
01601I	0,56	35%	H-30
01701V	4,78	63%	I-80-G
01701I	4,46	55%	I-80-G
01701P	4,37	70%	I-80-G
01901P	1,83	70%	H-30
03003I	2,26	65%	H-574
04701P	2,09	71%	I-60
Promedio	**2,61**		

Fuente Elaboración propia. * Valores anómalos

Para los camiones de más de dos ejes se obtuvieron pocos modelos con ajuste adecuado, que en algunos casos arrojaban elasticidades muy altas. No obstante, los modelos con mejor ajuste indican una elasticidad superior a la unidad. Esto es, el crecimiento de los vehículos de más de dos ejes crece más que la actividad económica.

CUADRO N° 9.4-6: ELASTICIDADES RESULTANTES Y AJUSTE - BUSES

PNC	Elasticidad	R2	Ruta
01701V	-0,67	41%	I-80-G
01701I	3,22	78%	I-80-G

PNC	Elasticidad	R2	Ruta
01701P	2,74	76%	I-80-G
01703V	0,72	78%	I-80-G
03401I	0,80	30%	Ruta 90
03801I	1,19	52%	H-634
03801P	1,41	68%	H-634
Promedio	**1,68**		

Fuente Elaboración propia

En el caso de los buses se observó un comportamiento más errático de la información de base, obteniéndose pocos modelos con ajuste aceptable, con valores de elasticidad relativamente altos y variables. En general se observó una reducción de los buses en las mediciones más recientes, que puede estar asociado tanto a un incremento de la motorización y a una reducción de la oferta de transporte público tras la pandemia.

El siguiente cuadro resume las elasticidades obtenidas para vehículos livianos, camiones, buses y vehículos totales.

CUADRO N° 9.4-7: ELASTICIDADES REGRESIONES LINEALES PIB

Tipología Vehicular	Elasticidad
Vehículos livianos	1,85
Camiones 2 ejes	2,17
Camiones Pesados	2,61
Buses	1,68
Vehículos Totales	1,91

Fuente Elaboración propia

En general, los valores obtenidos son levemente superiores a los que se obtienen de manera habitual, si bien todos muestran valores de elasticidad superiores a la unidad.

Para determinar la tasa de crecimiento del flujo vehicular se pondera el crecimiento del PIB con la elasticidad obtenida para cierta tipología vehicular. En el cuadro a continuación presenta un ejemplo ilustrativo de uso de las elasticidades estimadas, para lo cual se utiliza el escenario de crecimiento tendencial del PIB del punto 9.2.

CUADRO N° 9.4-8: EJEMPLO USO ELASTICIDADES REGRESIONES LINEALES PIB

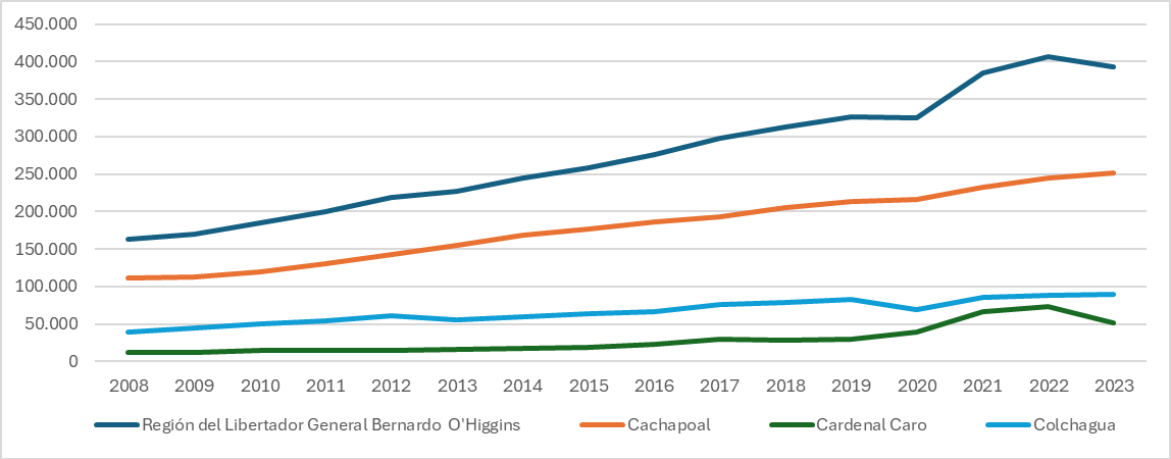
Periodo	Tipología Vehicular	Elasticidad	Crecimiento PIB	Tasa de crec. Flujo vehicular)
2023-2028	Veh. Liv	1,85	2,25%	4,2%
	C2E	2,17		4,9%
	C+2E	2,61		5,9%
	Buses	1,68		3,8%
	Veh. Tot	1,91		4,3%
2028-2033	Veh. Liv	1,85	2,14%	4,0%
	C2E	2,17		4,6%

Periodo	Tipología Vehicular	Elasticidad	Crecimiento PIB	Tasa de crec. Flujo vehicular)
	C+2E	2,61		5,6%
	Buses	1,68		3,6%
	Veh. Tot	1,91		4,1%
2033-2040	Veh. Liv	1,85	2,30%	4,3%
	C2E	2,17		5,0%
	C+2E	2,61		6,0%
	Buses	1,68		3,9%
	Veh. Tot	1,91		4,4%

Fuente Elaboración propia

Los resultados obtenidos sugieren crecimientos elevados en la mayoría de las categorías vehiculares, lo que podría no ser sostenible en el tiempo. Se contrastaron estos resultados con la información de permisos de circulación en la Región de O'Higgins, disponibles para el período 2008-2023.

FIGURA N° 9.4-2: PERMISOS DE CIRCULACIÓN POR PROVINCIA Y TOTAL REGIÓN



Fuente: INE

El incremento del parque vehicular, que estaría expresado en la cantidad de permisos de circulación, presenta un crecimiento dispar entre las provincias de la región de O'Higgins. Se destaca el fuerte incremento de los permisos de circulación en la provincia de Cardenal Caro, en el período 2008-2023, en vehículos livianos, buses y camiones simples, así como una tasa negativa para los camiones pesados.

CUADRO N° 9.4-9: VARIACIÓN PERMISOS CIRCULACIÓN POR PROVINCIA Y REGIÓN

Entidad	Tasa crecimiento anual 2008-2023			
	Veh. Livianos	C2E	C+2E	Buses
Región	6,4%	2,3%	3,4%	0,7%
Cachapoal	5,9%	2,3%	4,0%	0,3%
Colchagua	5,8%	5,7%	4,6%	0,5%

Entidad	Tasa crecimiento anual 2008-2023			
	Veh. Livianos	C2E	C+2E	Buses
Cardenal Caro	11,1%	12,0%	-2,8%	6,8%
Var PIB	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
Elasticidad PIB región	2,45	0,88	1,30	0,26

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes INE y Banco Central

Las provincias con mayor población, Cachapoal y Colchagua, muestran un comportamiento más uniforme. Si se considera que en el período 2008-2023 el crecimiento del PIB fue de 2,6% anual en promedio, la elasticidad implícita del crecimiento del parque vehicular regional es superior a la unidad en el caso de los vehículos livianos y camiones de más de dos ejes, en tanto es inferior al crecimiento de la economía en el caso de camiones simples y buses.

Considerando los antecedentes disponibles, se propone ajustar los valores de elasticidad a los valores que se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 9.4-10: EJEMPLO USO ELASTICIDADES REGRESIONES LINEALES PIB

Periodo	Tipología Vehicular	Elasticidad	Crecimiento PIB	Tasa de crec. Flujo vehicular)
2023-2028	Veh. Liv	1,85	2,25%	4,2%
	C2E	1,00		2,3%
	C+2E	1,30		2,9%
	Buses	0,50		1,1%
2028-2033	Veh. Liv	1,85	2,14%	4,0%
	C2E	1,00		2,1%
	C+2E	1,30		2,8%
	Buses	0,50		1,1%
2033-2040	Veh. Liv	1,85	2,30%	4,3%
	C2E	1,00		2,3%
	C+2E	1,30		3,0%
	Buses	0,50		1,2%

Fuente Elaboración propia

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

10 PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA DE MEDIANO Y LARGO PLAZO 10-1

10.1 PRESENTACIÓN 10-1
10.2 DEFINICIÓN DE SITUACIÓN BASE 10-1
10.2.1 Recopilación de Proyectos Viales 10-2
10.2.2 Programa de Concesiones Viales Urbanas e Interurbanas 10-1
10.3 MARCO PRESUPUESTARIO 10-3
10.4 ESTIMACIÓN DE INVERSIONES POR PROYECTO 10-5
10.4.1 Identificación de los Proyectos 10-6
10.4.2 Costo Proyecto Vial 10-45
10.4.3 Costo de túneles 10-48
10.4.4 Costo de estructuras 10-48
10.4.5 Resumen de inversiones 10-56
10.5 RIESGOS ANTRÓPICOS Y AMBIENTALES 10-65
10.5.1 Caracterización geomorfológica y volcanismo 10-65
10.5.2 Aspectos Hidrográficos 10-68
10.5.3 Aspectos climáticos y vegetacionales 10-70
10.5.4 Riesgos naturales y su ocurrencia en la Región de O'Higgins 10-72
10.5.4.1 Ocurrencia histórica de Remociones en Masa e Inundaciones 10-72
10.5.4.2 Ocurrencia histórica de Incendios Forestales en la región de O'Higgins 10-76
10.5.5 Análisis de los Componentes del riesgo 10-78
10.5.5.1 Análisis del Riesgo Geológico o de remoción en masa 10-80
10.5.5.2 Análisis del riesgo de incendios 10-87
10.5.5.3 Análisis del sistema hidrográfico 10-91
10.5.5.4 Riesgo Volcánico 10-95
10.5.6 Síntesis Final 10-97
10.6 PROPUESTAS DE SEGURIDAD VIAL PARA CAMINOS BÁSICOS 10-100
10.6.1 Introducción 10-100
10.6.2 Detección de Zonas de Riesgo 10-101
10.6.2.1 Según Infraestructura Existente 10-101
10.6.2.2 Según Siniestralidad 10-103
10.6.2.3 Según Flujos Vehiculares 10-104
10.6.2.4 Según Flujo de Bicicletas 10-106

10.6.3 Estándares de Seguridad Vial en Caminos Básicos 10-107
10.6.3.1 Señalización Vertical 10-107
10.6.3.2 Señalización Horizontal 10-107
10.6.3.3 Elementos de Apoyo 10-108
10.6.3.4 Segregación 10-108
10.6.3.5 Sistemas de Contención 10-108
10.6.3.6 Facilidades para Usuarios Vulnerables 10-109
10.6.3.7 Iluminación 10-109
10.6.4 Tratamiento Especial a Singularidades 10-111
10.6.4.1 Pasadas Urbanas 10-111
10.6.4.2 Intersecciones 10-114
10.6.4.3 Angostamientos 10-118
10.6.4.4 Curvas 10-121
10.6.4.5 Postaciones 10-124
10.6.5 Tránsito de Vehículos de Carga 10-127
10.6.6 Conclusiones 10-129

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 10: PROPUESTA INFRAESTRUCTURA DE MEDIANO Y LARGO PLAZO
10-1: SERIE HISTÓRICA INVERSIONES MOP 1986 - 2022
10-2: INICIATIVAS DE INVERSIÓN 2025 LEY DE PRESUPUESTO
10-3: ANÁLISIS DE RIESGOS

10 PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA DE MEDIANO Y LARGO PLAZO

10.1 Presentación

En la segunda sección de este capítulo se analizan los proyectos con decisión de inversión, los que conformarán la situación base para efectos de análisis y evaluación social de las alternativas de proyecto.

La elaboración de una propuesta de infraestructura de mediano y largo plazo debe considerar un financiamiento realista y acorde a las disponibilidades presupuestarias de la región. Es por esto que en la tercera sección se analiza el marco presupuestario regional, para tener un orden de magnitud acotado para la proposición de planes de proyectos.

En la cuarta sección se presentan los proyectos analizados, los cuales son costeados usando antecedentes disponibles, consistentes con un análisis de perfil. La estimación de las inversiones permite la posterior evaluación social de los proyectos, que se presentará en capítulos posteriores.

En la quinta sección se analizan los principales riesgos antrópicos y ambientales asociados a los proyectos propuestos.

Finalmente, en la sexta sección se generan propuestas de seguridad vial para los caminos básicos.

10.2 Definición de Situación Base

Para realizar la evaluación económica de los diversos planes de proyectos viales, se requiere previamente definir una Situación Base o de referencia; frente a la cual se compararán las diferentes alternativas de mejoramiento.

La Situación Base se generará a partir de los proyectos que ya tienen decidida su ejecución, ya sea por parte del MOP u otra entidad relevante.

Un aspecto a considerar en esta etapa es la decisión para incluir en la Situación Base las inversiones contempladas en el Programa de Concesiones Viales Urbanas e Interurbanas.

En la definición de la Situación Base se incluirán aquellos proyectos que afecten la operación de la red.

10.2.1 Recopilación de Proyectos Viales

Se realizó una recopilación de antecedentes acerca de los proyectos viales que se encuentran en estudio, para lo cual se recurrió a la nómina de respaldo del proyecto de Ley de Presupuesto 2025 del Ministerio de Obras Públicas, el que contienen los proyectos que se desarrollarán durante el 2025 y años posteriores. Se presentan a continuación los proyectos correspondientes a la Dirección de Vialidad, que son los más relevantes para efectos del análisis.

CUADRO 10.2-1: PROYECTOS VIALIDAD EN RESPALDO LEY DE PRESUPUESTO MOP 2025

Código BIP	Nombre Iniciativa	Etapa MIDESO
40031614-0	CONSTRUCCION PUENTE CLONQUI Y ACCESOS, EN RUTA H-265, COMUNA DE MACHALI	Ejecución
40044978-0	CONSTRUCCION CONEXIÓN VIAL CORCOLEN - PUENTE ALTA, COMUNAS DE MALLOA Y QUINTA DE TILCOCO	Diseño
30043498-0	MEJORAMIENTO RUTA H-45-G SECTOR: CUESTA CHADA A LÍMITE REGIONAL	Ejecución
40036827-0	REPOSICION PUENTE CODAO, CAMINO H-774, COMUNA PEUMO - PICHIDEGUA	Diseño
30108960-0	AMPLIACION RUTA H-27 CARRETERA EL COBRE, RANCAGUA-MACHALI	Ejecución
30459773-0	CONSTRUCCION CONEXIÓN VIAL MACHALÍ - RUTA 5 - H-10	Diseño
30123731-0	MEJORAMIENTO RUTA I-112 LITUECHE - PUPUYA, KM 0,0 A KM 11.0	Diseño
40054783-0	AMPLIACION RUTA 90, SECTOR: PLACILLA-SAN GREGORIO	Diseño
40044675-0	CONSTRUCCION PUENTE SANTA TERESA, CAMINO I-620, PUMANQUE	Diseño
30122160-0	MEJORAMIENTO RUTA I-45 SECTOR PUENTE NEGRO - LA RUFINA	Ejecución
30083002-0	MEJORAMIENTO PASADA URBANA POR SANTA CRUZ DIVERSAS RUTAS	Ejecución

Fuente Dirección de Planeamiento

En el listado de iniciativas aparecen además en etapa de ejecución, obras de reposición de puentes, construcción de ciclovías y pasarelas, además de acciones de conservación que no tendrían mayor incidencia en la red para los cortes temporales futuros. Los estudios en etapa de diseño tienen una probabilidad algo menor de ser efectivamente materializados, pero podrían incorporarse en cortes temporales futuros. Finalmente, se incluyen en el respaldo de la ley algunos estudios de prefactibilidad, que no se incluyen en la situación base.

Por otra parte, revisando el Banco Integrado de Proyectos de MDSF se encuentran obras adicionales postulando a la etapa de diseño o ejecución para el año presupuestario 2025, que se estimó relevante de incluir pues presentan un estado de avance mayor y serían de interés en su materialización a futuro. Dichas iniciativas incluyen las observadas en el respaldo de Ley de Presupuesto.

De este modo, se propone considerar como parte de la situación base las siguientes iniciativas:

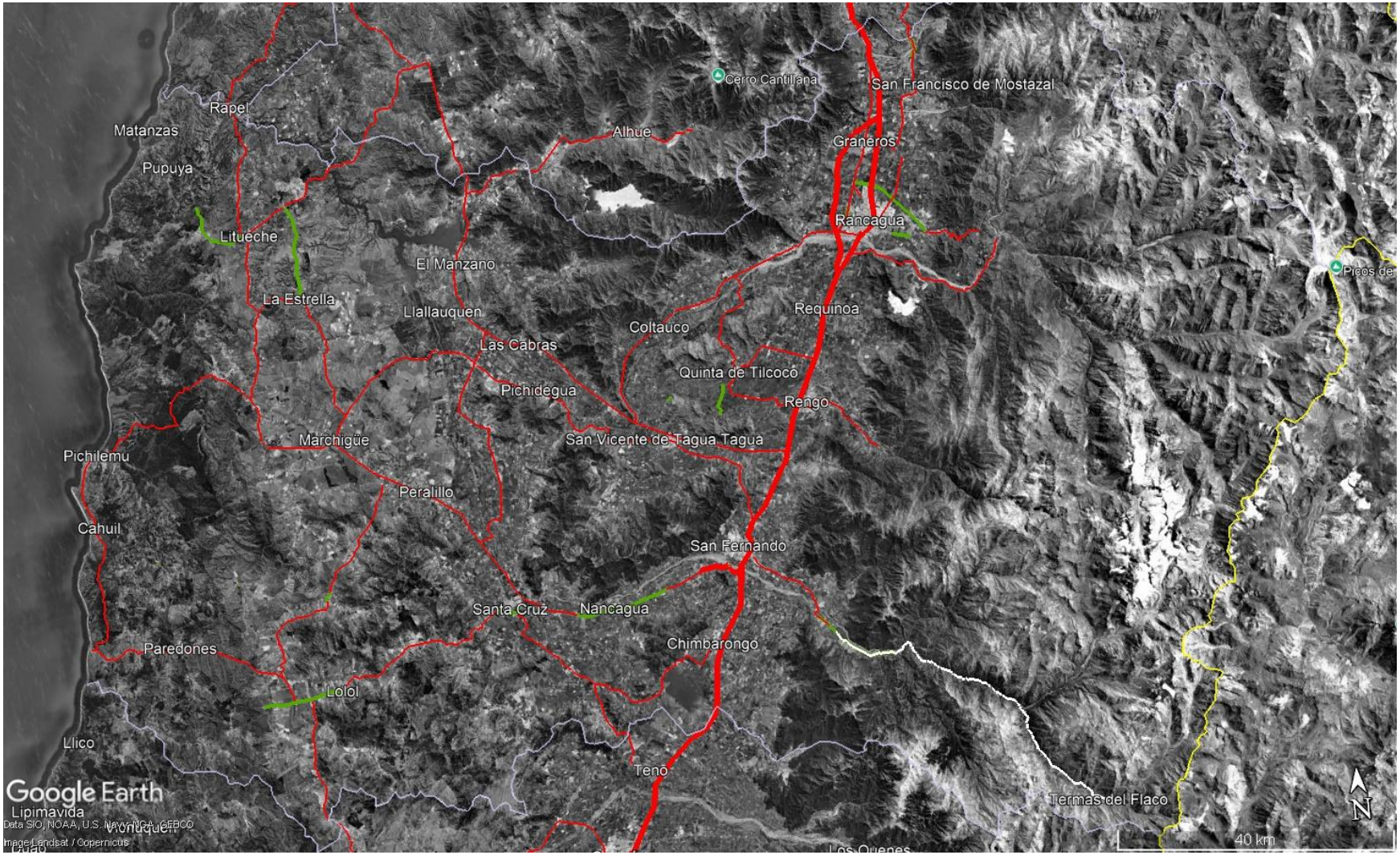
CUADRO 10.2-2: PROYECTOS A INCLUIR EN SITUACIÓN BASE

Código BIP	Descripción
30043498	MEJORAMIENTO RUTA H-45-G SECTOR: CUESTA CHADA A LIMITE REGIONAL Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
30071800	MEJORAMIENTO CBI RUTA I-120 KM 0.0 AL 14.7, LA ESTRELLA Y LITUECHE Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
30083002	MEJORAMIENTO PASADA URBANA POR SANTA CRUZ DIVERSAS RUTAS Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
30108960	AMPLIACION RUTA H-27 CARRETERA EL COBRE, RANCAGUA-MACHALI Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
30121431	CONSTRUCCION PASO DESNIVELADO GULTRO - LO CONTI, OLIVAR Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
30122160	MEJORAMIENTO RUTA I-45 SECTOR PUENTE NEGRO - LA RUFINA Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
30123731	MEJORAMIENTO RUTA I-112 LITUECHE - PUPUYA, KM 0.00 A KM 11.0 Año y Etapa a Financiar: 2025-DISEÑO
30131977	AMPLIACION REPOSICION RUTA 90 (EX I-50) S: SAN FDO-CR RUTA I-860 Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
30459773	CONSTRUCCION CONEXIÓN VIAL MACHALÍ - RUTA 5 - H-10 Año y Etapa a Financiar: 2025-DISEÑO
30474709	AMPLIACION RUTA H-10 Y RUTA H-210 SECTOR URBANO COMUNA DE RANCAGUA Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
40031614	CONSTRUCCION PUENTE CLONQUI Y ACCESOS, EN RUTA H-265, COMUNA DE MACHALI Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
40044675	CONSTRUCCION PUENTE SANTA TERESA, CAMINO I-620, PUMANQUE Año y Etapa a Financiar: 2025-DISEÑO
40044978	CONSTRUCCION CONEXIÓN VIAL CORCOLEN - PUENTE ALTA, COMUNAS DE MALLOA Y QUINTA DE TILCOCO Año y Etapa a Financiar: 2025-DISEÑO
40046575	CONSTRUCCION PUENTE EL MAQUI, CAMINO I-494, COMUNA DE PICHILEMU Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
40047979	MEJORAMIENTO CAMINO H-634 KM 18,3 AL 20,6 SECTOR LA VINILLA, COMUNA DE SAN VICENTE Año y Etapa a Financiar: 2025-EJECUCION
40054783	AMPLIACION RUTA 90, SECTOR: PLACILLA-SAN GREGORIO Año y Etapa a Financiar: 2025-DISEÑO
40059183	MEJORAMIENTO RUTA I-72 SECTOR LOLOL ALTO NILAHUE REGION DE OHIGGINS Año y Etapa a Financiar: 2025-DISEÑO
40069368	CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO PASADA URBANA RUTA I-60, COMUNA DE PUMANQUE Año y Etapa a Financiar: 2025-PREFACTIBILIDAD

Fuente: Banco Integrado de Proyectos MDSF

Entre los proyectos se incluyen dos tramos de ampliación de la Ruta 90, obra que también debería ser considerada dentro de la situación base con implementación parcial en los cortes temporales futuros.

FIGURA 10.2-1: PROYECTOS EN SITUACIÓN BASE



En anexo se incluye mapa con la localización de las iniciativas.

10.2.2 Programa de Concesiones Viales Urbanas e Interurbanas

En el siguiente cuadro se entrega el detalle de las iniciativas que se encuentran en el respaldo de ley de presupuesto y se localizan al interior de la región.

CUADRO 10.2-3: INICIATIVAS DE CONCESIONES EN RESPALDO LEY DE PRESUPUESTO MOP 2025 – REGIÓN DE O'HIGGINS

Código BIP	Nombre Iniciativa	Etapa	Monto 2025 (M$)
29000572-0	RED O´HIGGINS HOSPITAL DE RENGO Y HOSPITAL DE PICHILEMU (INSPECCIÓN FISCAL)	Ejecución	1.296.734
29000084-0	EMBALSE CONVENTO VIEJO (INSPECCIÓN FISCAL)	Ejecución	738.384
29000169-0	CONVENTO VIEJO (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	2.161.150
29000169-0	CONVENTO VIEJO (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	15.979.912
29000169-0	CONVENTO VIEJO (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	1.108.688
29000276-0	EMBALSE CONVENTO VIEJO (EXPROPIACIONES)	Ejecución	80.720

Fuente Dirección de Planeamiento

Como se observa, las inversiones contempladas corresponden a proyectos de concesión asociados a las obras del embalse Convento Viejo y la Red O'Higgins de establecimientos hospitalarios en Rengo y Pichilemu. Dado que no tienen mayor incidencia sobre el sistema de transporte, no serán considerados.

Se revisaron también proyectos de carácter interregional, con vinculación a la Región de O'Higgins, lo que se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 10.2-4: INICIATIVAS DE CONCESIONES EN RESPALDO LEY DE PRESUPUESTO MOP 2025 – INTERREGIONAL

Código BIP	Nombre Iniciativa	Etapa	Monto 2025 (M$)
29000062-0	AMPLIACION, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA RUTA 5 SECTOR SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR A SANTIAGO (INSPECCIÓN FISCAL)	Ejecución	1.094
29000062-0	AMPLIACION, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA RUTA 5 SECTOR SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR A SANTIAGO (INSPECCIÓN FISCAL)	Ejecución	1.567.041
29000062-0	AMPLIACION, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA RUTA 5 SECTOR SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR A SANTIAGO (INSPECCIÓN FISCAL)	Ejecución	1.042
29000111-0	CONCESIÓN RUTA 5 TRAMO SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	196.006
29000111-0	CONCESIÓN RUTA 5 TRAMO SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	70.481
29000111-0	CONCESIÓN RUTA 5 TRAMO SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	6.335

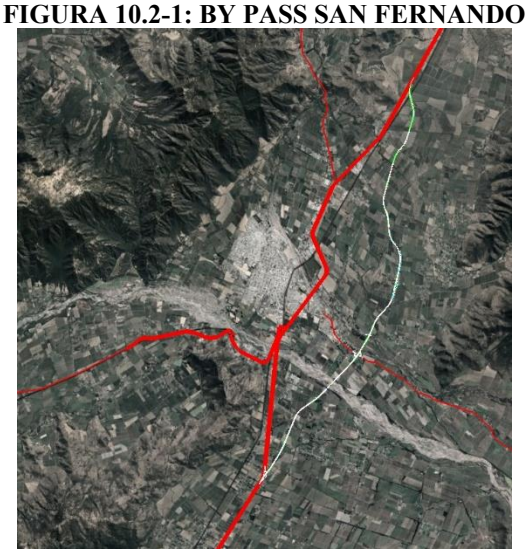
Código BIP	Nombre Iniciativa	Etapa	Monto 2025 (M$)
29000111-0	CONCESIÓN RUTA 5 TRAMO SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	9.899
29000111-0	CONCESIÓN RUTA 5 TRAMO SANTIAGO-TALCA Y ACCESO SUR (SISTEMA NUEVAS INVERSIONES)	Ejecución	8.772.598
29000205-0	RUTA 5 TRAMO SANTIAGO - TALCA Y ACCESO SUR A SANTIAGO (ESTUDIOS)	Ejecución	10.420
29000205-0	RUTA 5 TRAMO SANTIAGO - TALCA Y ACCESO SUR A SANTIAGO (ESTUDIOS)	Ejecución	260
29000244-0	RUTA 5 TRAMO SANTIAGO - TALCA Y ACCESO SUR A SANTIAGO (EXPROPIACIONES)	Ejecución	41.680
29000225-0	RUTA 66, CAMINO DE LA FRUTA (INSPECCIÓN FISCAL)	Ejecución	1.376.695
29000307-0	HABILITACIÓN CAMINO DE LA FRUTA RUTA 66 (EXPROPIACIONES)	Ejecución	5.889.483
29000307-0	HABILITACIÓN CAMINO DE LA FRUTA RUTA 66 (EXPROPIACIONES)	Ejecución	125.040
29000638-0	SEGUNDA CONCESIÓN RUTA 66, CAMINO DE LA FRUTA (SUBSIDIO)	Ejecución	9.097.973
29000577-0	SEGUNDA CONCESIÓN RUTA 66 CAMINO DE LA FRUTA (COMPENSACIONES)	Ejecución	10.096.980
791-0	CONSTRUCCION SEGUNDA CONCESIÓN RUTA 66 CAMINO DE LA FRUTA (COMPENSACIONES)	Ejecución	5.939.389

Fuente Dirección de Planeamiento

Al incluir los proyectos que abarcan la Región de O'Higgins junto a otras, se tienen además proyectos de infraestructura vial relevantes como son la concesión de la Ruta 5 en el tramo Santiago – Talca y la concesión de la Ruta 66 Camino de La Fruta.

Se destaca, en el caso particular de Ruta 5, un proyecto de by pass a la ciudad de San Fernando que debería estar operativo en el año 2032.

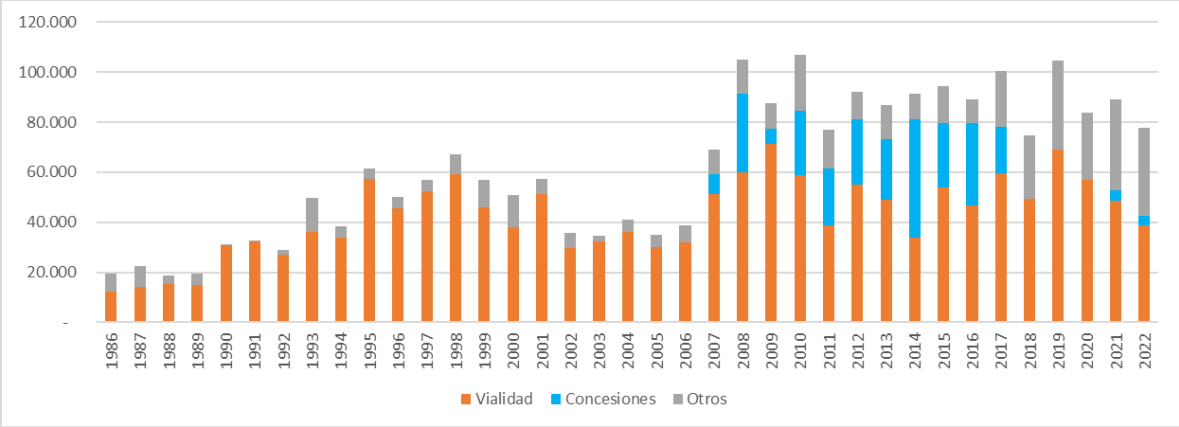
FIGURA 10.2-1: BY PASS SAN FERNANDO



10.3 Marco Presupuestario

Para la determinación del marco presupuestario se contó con información histórica de las inversiones del Ministerio de Obras Públicas, cuya evolución en relación a la región de O'Higgins se presenta en la figura siguiente con la inversión histórica, actualizada a moneda del año 2022:

FIGURA 10.3-1: INVERSIÓN MOP POR AÑO (MM$ 2022) – REGIÓN DE O'HIGGINS



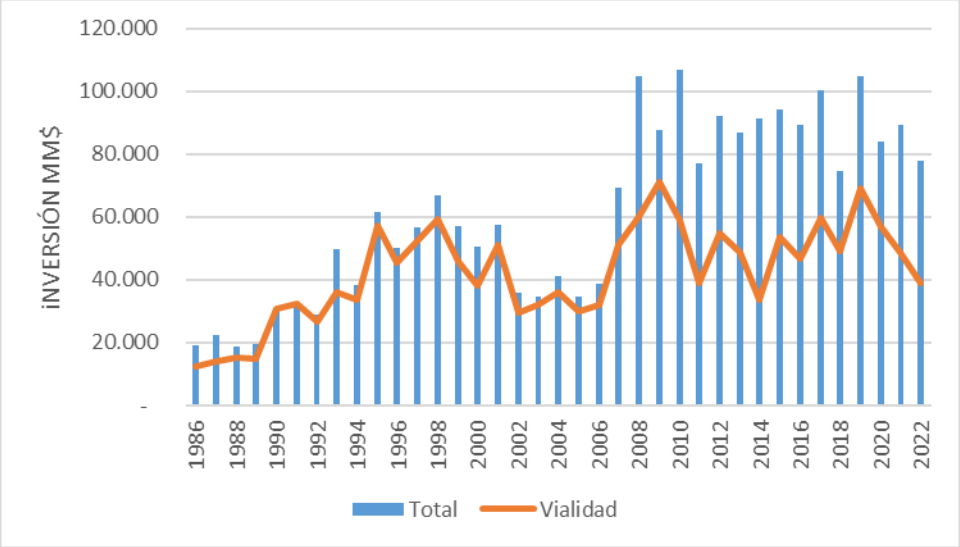
Fuente: Elaboración propia a partir de información MOP

Como se observa, la inversión MOP creció de manera importante desde 1992 a 1998, decreció entre 2000-2006 y a partir del 2008 ha oscilado en valores entre 80.000 y 100.000 millones anuales. Salvo el 2019, los últimos años la inversión ha estado en el orden de los 80.000 millones anuales. La inversión en infraestructura vial, realizada principalmente por la Dirección de Vialidad[1] y en menor medida por la Dirección General de Concesiones[2], ocupa parte importante de los recursos disponibles.

La inversión en Vialidad hasta el año 2006 era la mayor parte de la inversión regional MOP, situación que varió marginalmente debido a la incorporación de obras por concesión y otras inversiones. En el último período ha representado entre un 50 y un 70% del total anual en los últimos 10 años.

[1] Una parte significativa de las inversiones se destina a conservación de la infraestructura existente.
[2] Existen inversiones en obras no viales como embalses, edificación pública y aeropuertos.

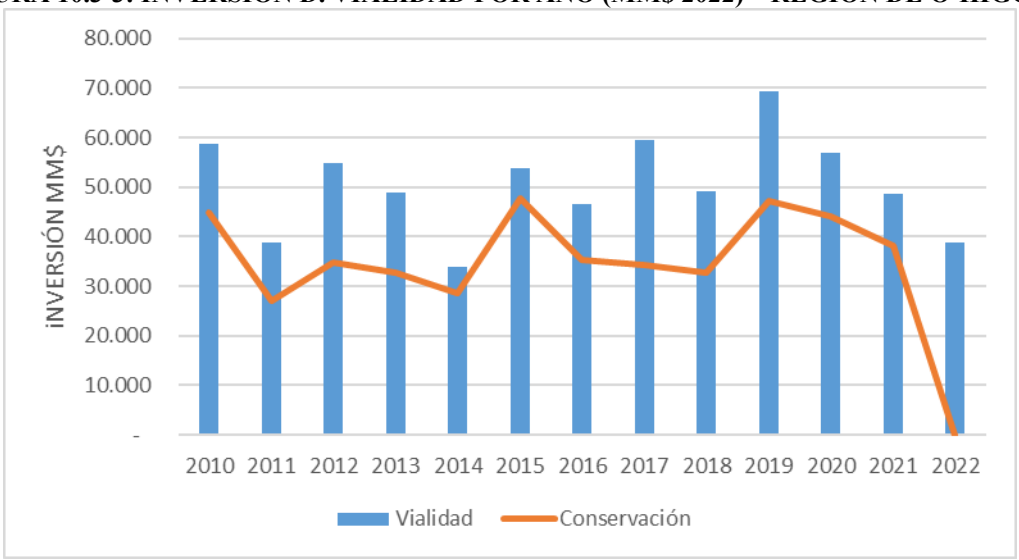
FIGURA 10.3-2: INVERSIÓN MOP POR AÑO (MM$ 2022) – REGIÓN DE O'HIGGINS



Fuente: Elaboración propia a partir de información MOP

Es importante tener en consideración que las inversiones realizadas por la Dirección de Vialidad incluyen una componente importante asociada a la conservación de caminos, como se observa en el gráfico que muestra los últimos doce años:

FIGURA 10.3-3: INVERSIÓN D. VIALIDAD POR AÑO (MM$ 2022) – REGIÓN DE O'HIGGINS



Fuente: Elaboración propia a partir de información MOP

Es decir, la conservación implicó entre el 41% y el 89% de las inversiones totales de la Dirección de Vialidad en la región, con un promedio de gasto de 34.400 MM$ en el período 2010-2022. Esto representa el 70% de la inversión promedio de Vialidad en la región, que alcanzó a 51.600 MM$ en el período.

En síntesis, la disponibilidad presupuestaria para inversiones viales sería de 15.000 MM$/año, descontando a la inversión total de la Dirección de Vialidad el monto destinado a conservación y otros proyectos. Si bien es posible considerar la eventualidad de aumentos en el marco presupuestario, se debe considerar que existen programas de recursos ya comprometidos por lo que establecerá un rango entre 15.000 y 25.000 MM$/año para efectos de potenciales inversiones.

10.4 Estimación de Inversiones por proyecto

Para la estimación de costos asociados a los proyectos se consideró que las obras asociadas a los proyectos corresponden a mejoramientos de caminos existentes, actualmente de ripio, rectificaciones geométricas menores, pavimentación asfáltica y materialización de una doble calzada en algunos casos. En la mayor parte de los trazados de dichos proyectos estos corresponden a caminos existentes que presentan una solución de pavimento básico, grava tratada, ripio y suelo natural.

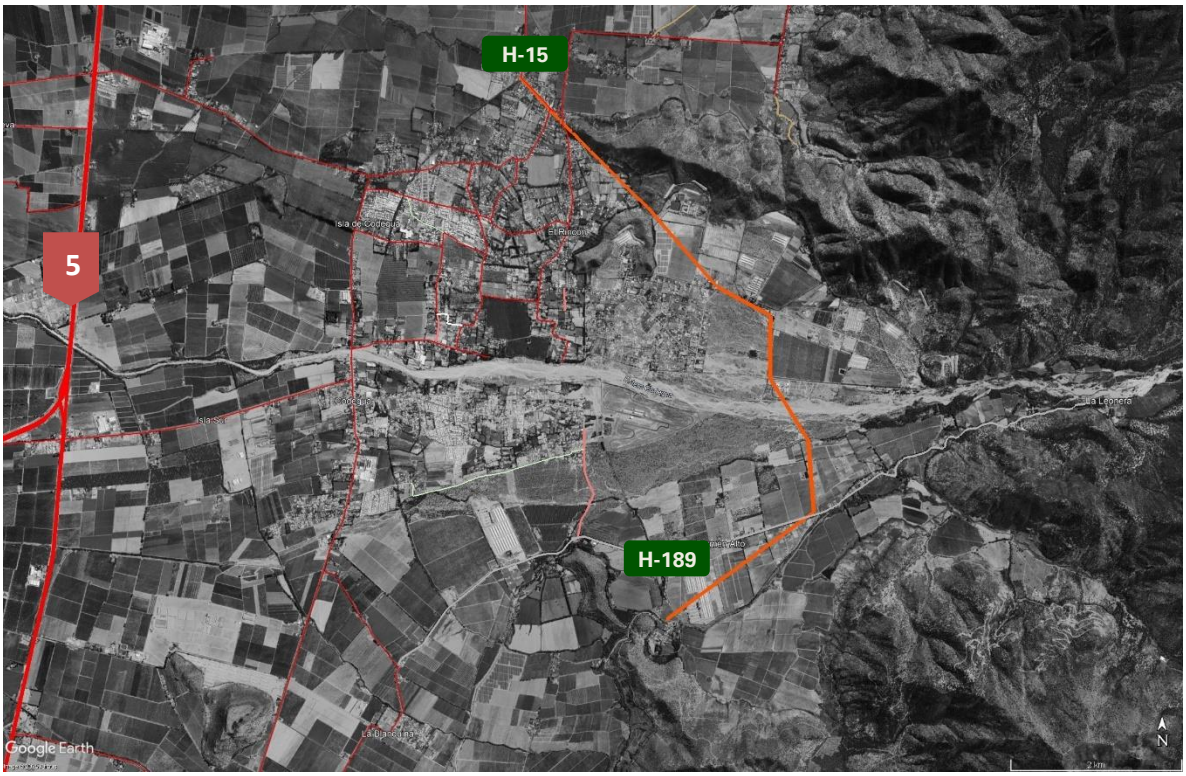
10.4.1 Identificación de los Proyectos

A continuación se presenta una descripción general de los proyectos considerados.

- **Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto**

Este proyecto corresponde a una vía nueva de 9 km, incluye un puente sobre el Estero Codegua y se desarrolla entre la ruta H-15 y la H-189.

FIGURA N° 10.4-1: PROYECTO CONEXIÓN LA PUNTA DE CODEGUA – CARMEN ALTO

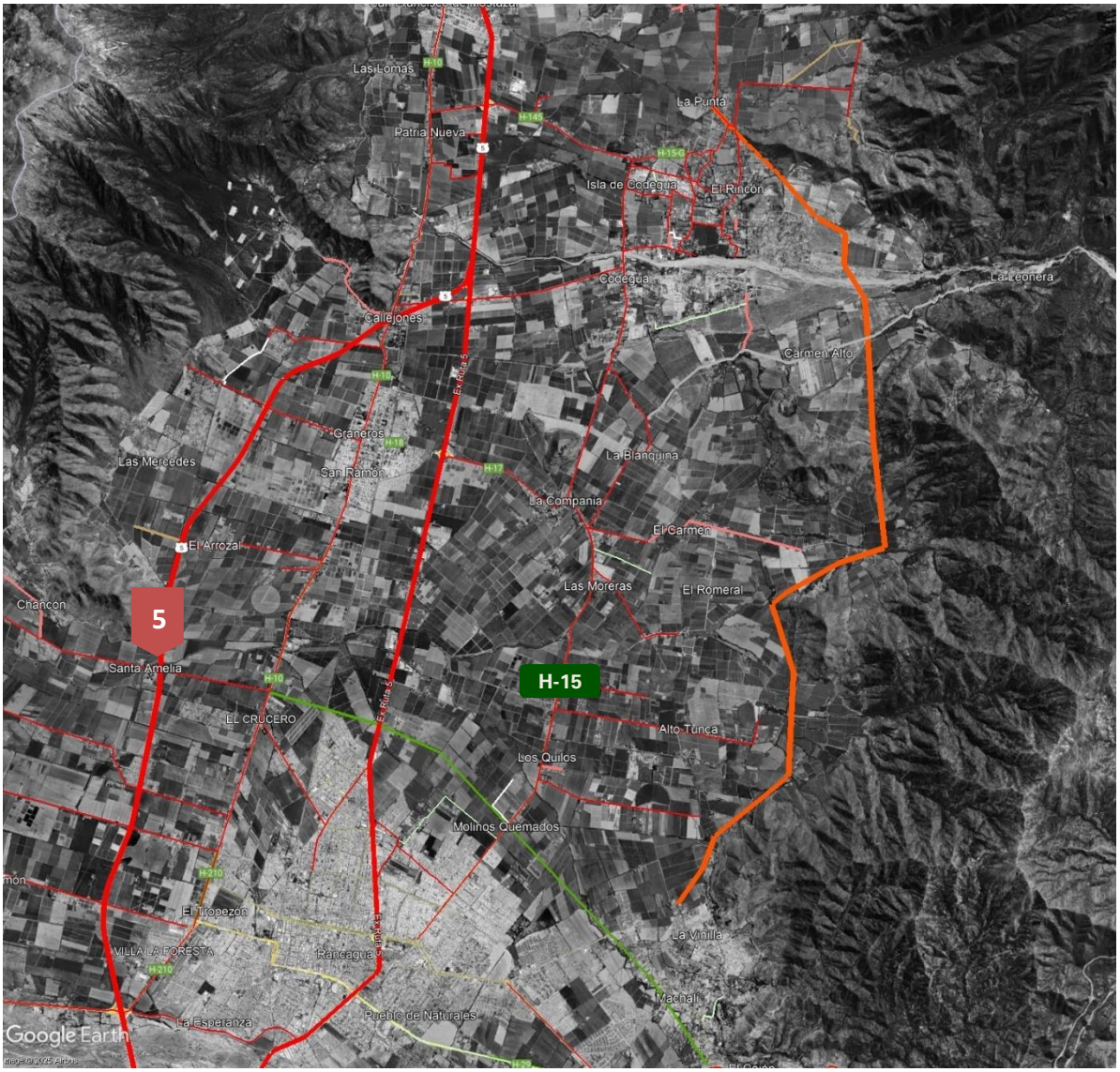


Fuente: Elaboración propia

- **Conexión Oriente Codegua – Machalí**

Este proyecto es una vía de apertura de 22 km entre la ruta H-15 la Av. Arturo Prat en el sector norte de Machalí.

FIGURA N° 10.4-2: PROYECTO CONEXIÓN ORIENTE CODEGUA – MACHALÍ



- **Conexión sur Machalí**

Este proyecto busca unir la ruta H-27 con la H-255, bordeando los cerros del sector con una vía de 4 km.

FIGURA N° 10.4-3: PROYECTO CONEXIÓN SUR MACHALÍ

- **Conexión Machalí – Cachapoal Sur**

Este proyecto busca unir la ruta H-27 con la H-35, mediante una vía de 5 km bordeando los cerros del sector y un puente sobre el río Cachapoal.

FIGURA N° 10.4-4: PROYECTO CONEXIÓN MACHALÍ CACHAPOAL SUR

- **Conexión Cachapoal**

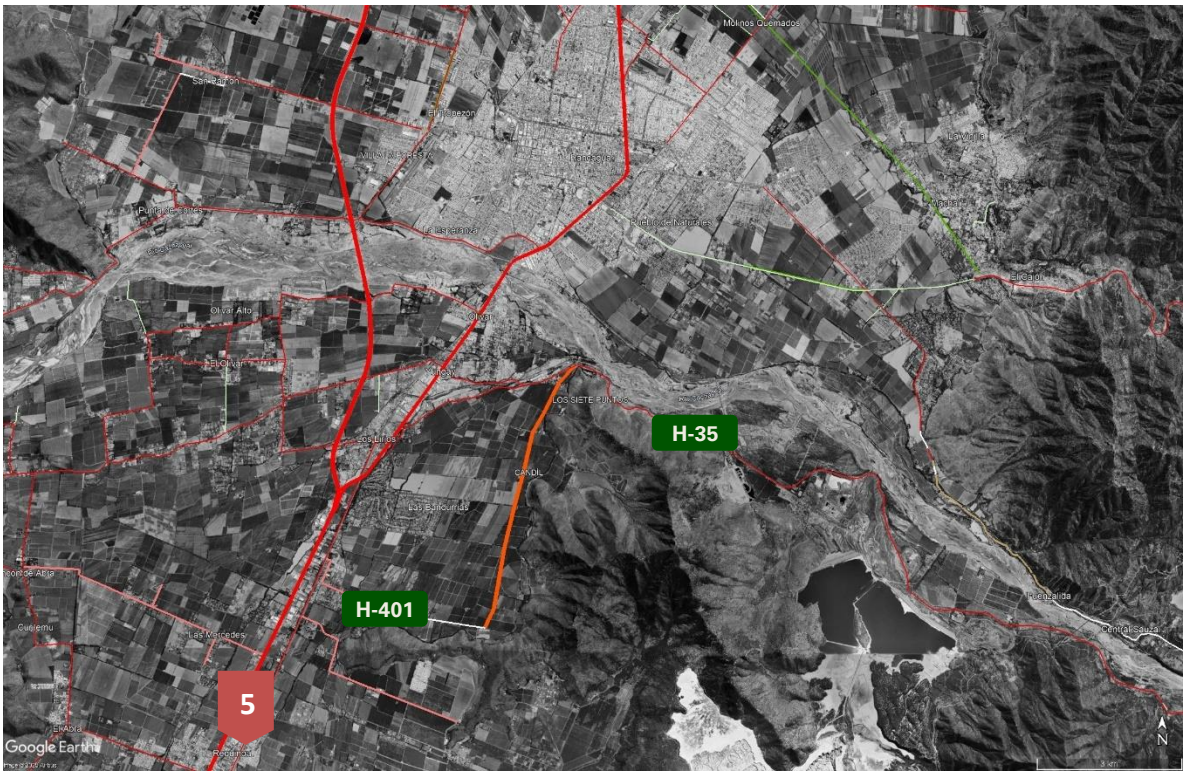
Este proyecto une las rutas H-255 y H-35 mediante un tramo de 5,5 km con vías de apertura y un nuevo puente sobre el río Cachapoal.

FIGURA N° 10.4-5: PROYECTO CONEXIÓN CACHAPOAL

- **Conexión Sur Cachapoal**

Este proyecto une las rutas H-35 y H-401 mediante un tramo de 6 km de apertura, bordeando los cerros.

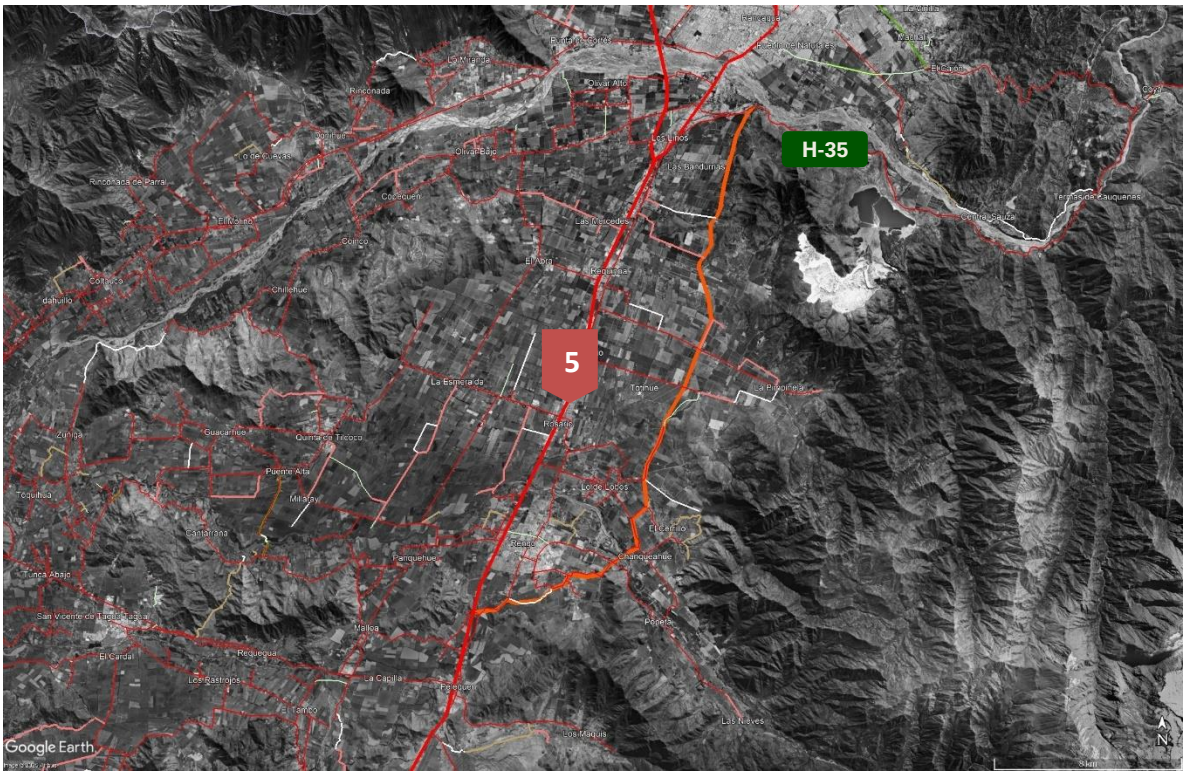
FIGURA N° 10.4-6: PROYECTO CONEXIÓN SUR CACHAPOAL



- **Conexión Cachapoal Sur – Rengo**

Proyecto de más de 30 km de extensión, que bordea por el oriente entre el sector sur del río Cachapoal (ruta H-35) y el sur de Rengo, donde empalma con la Ruta 5. Usa tramos de rutas existentes como la H-453, H-541, H-545, H-521, H-579, H-577, H-631, H-635 y H-605, algunas de las cuales requerirán mejoras de estándar e incluye el tramo en apertura del proyecto anterior.

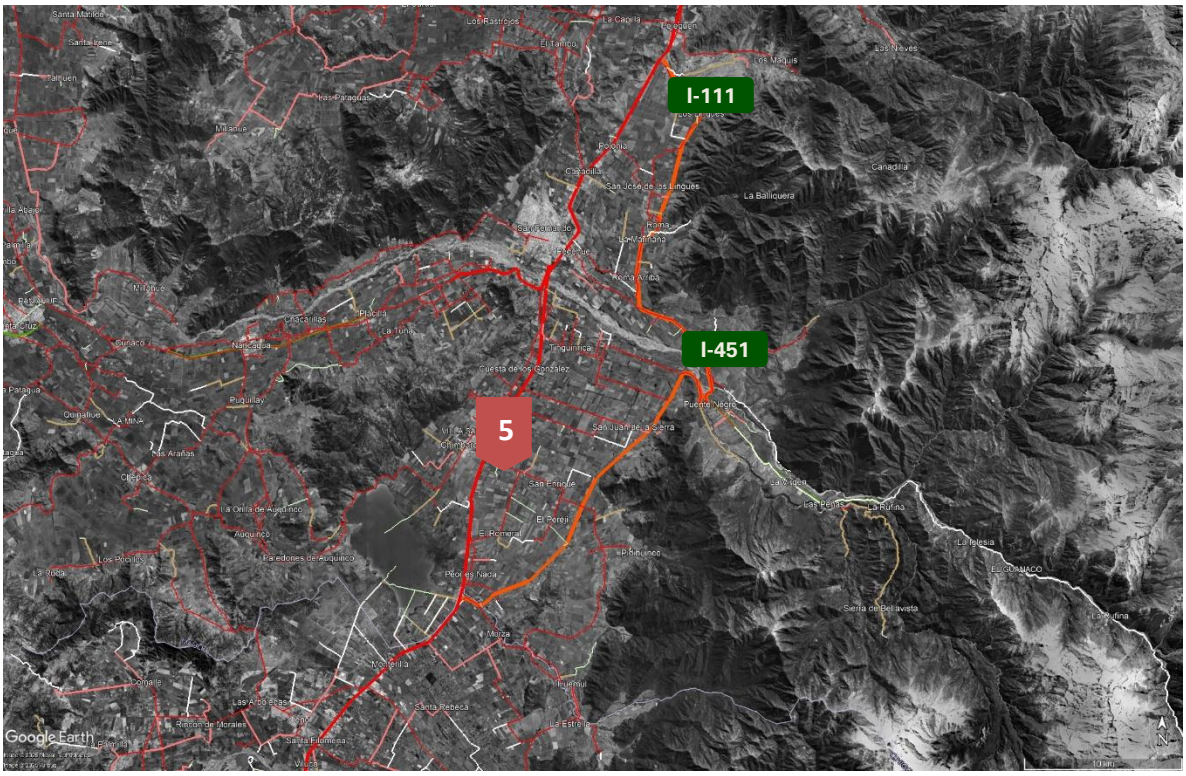
FIGURA N° 10.4-7: PROYECTO CONEXIÓN CACHAPOAL SUR - RENGO



- **Conexión oriente Tinguiririca**

Este proyecto utiliza vialidad existente (ruta I-111, I-205) y tramos de apertura hasta llegar a la ruta I-45, usando el puente existente sobre el río Tinguiririca. Al sur del río, consiste en una vía de apertura por el oriente hasta empalmar con la Ruta 5 en el límite con la región del Maule.

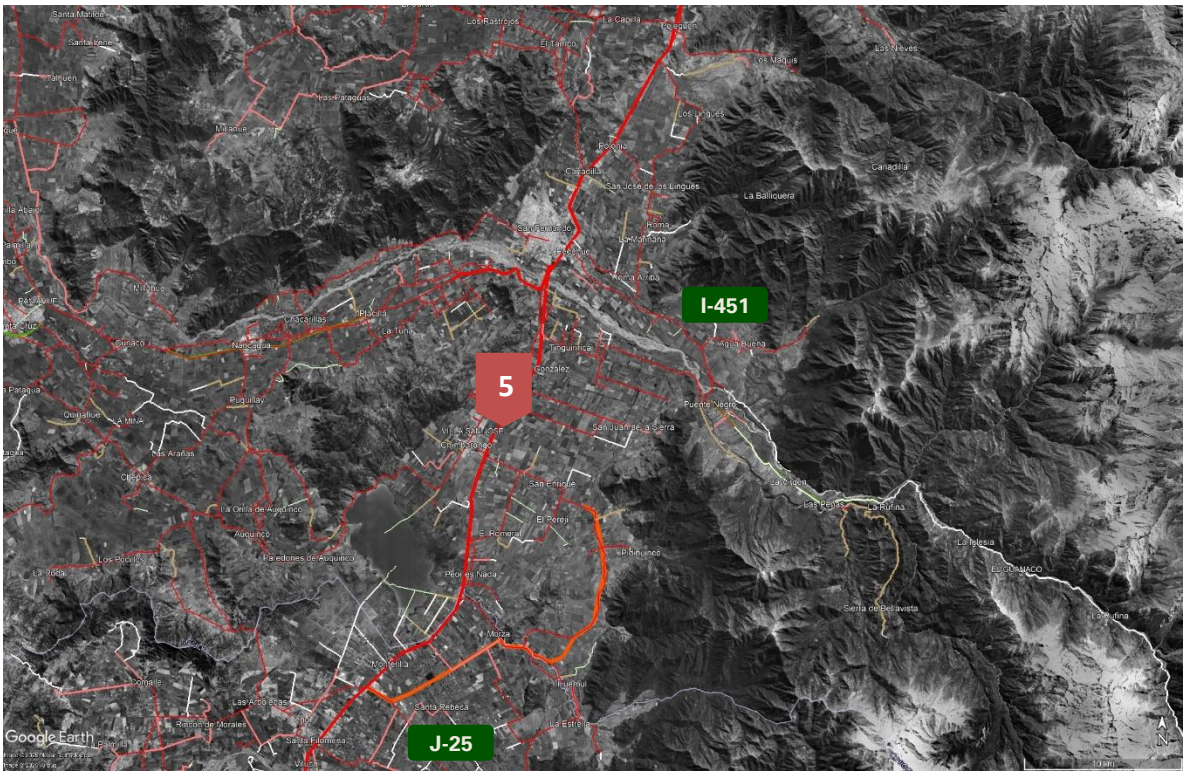
FIGURA N° 10.4-8: PROYECTO CONEXIÓN ORIENTE TINGUIRIRICA



- **Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca**

Este proyecto se inicia en la ruta I-85-J y aprovecha parte de esta ruta generando un tramo de apertura para unirse a la J-111-I y luego la J-115, J-25 en la región del Maule.

FIGURA N° 10.4-9: PROYECTO VARIANTE MORZA CONEXIÓN ORIENTE TINGUIRIRICA



- **Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes**

Este proyecto de 4,5 km prolonga hacia el sur la ruta H-404 existente hasta empalmar con la ruta H-432, en el sector de Las Mercedes, generando una alternativa longitudinal a la Ruta 5.

FIGURA N° 10.4-10: PROYECTO CONEXIÓN OLIVAR – LAS MERCEDES

- **Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario**

Este proyecto tiene una extensión de 10 km generando una vía longitudinal paralela a Ruta 5 desde la ruta H-432 hasta la H-50, mediante un tramo de apertura y el mejoramiento de la ruta H-460 existente y tendría continuidad más al sur por la ruta H-510 yH-630 hasta Malloa.

FIGURA N° 10.4-11: PROYECTO CONEXIÓN LAS MERCEDES - ROSARIO

- **Conexión poniente Ruta I-90-H – Ruta 5**

Busca unir la ruta I-90-H en el sector de Santa Inés con la Ruta 5 evitando el sector de Pelequén, mejorando la conexión poniente - sur. Para esto utiliza y mejora vías existentes como la H-710 e I-90-H.

FIGURA N° 10.4-12: PROYECTO CONEXIÓN PONIENTE RUTA 90 – RUTA 5

- **Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica**

Este proyecto, de 11 km de extensión busca ampliar la capacidad de la ruta I-86 actual, reforzando la conectividad de las ciudades de Santa Cruz y Chépica, así como de otras localidades intermedias.

FIGURA N° 10.4-13: PROYECTO AMPLIACIÓN CONEXIÓN SANTA CRUZ - CHÉPICA

- **Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar**

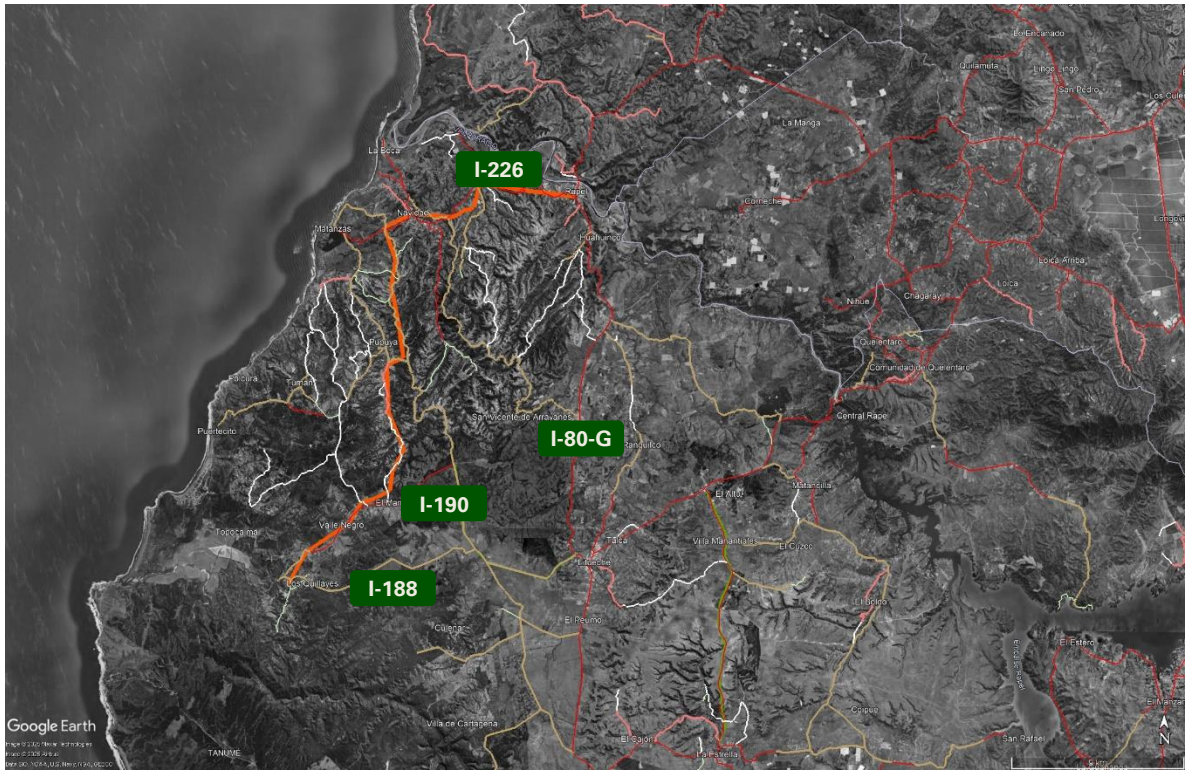
Proyecto de casi 20 km de mejoramiento de la ruta H-40 existente, aumentando su velocidad de operación y mejorando los sectores de pasada urbana en El Olivar, Olivar Bajo y Copequén.

FIGURA N° 10.4-14: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN COINCO - OLIVAR

- **Proyecto Conexión Rapel – Topocalma**

Este proyecto busca consolidar una vía longitudinal cercana a la costa entre Rapel de Navidad y Los Quillayes, mejorando vías existentes como la I-226, I-196, I-112 e I-106 hasta empalmar en la ruta I-190. Tiene una extensión aproximada de 35 km.

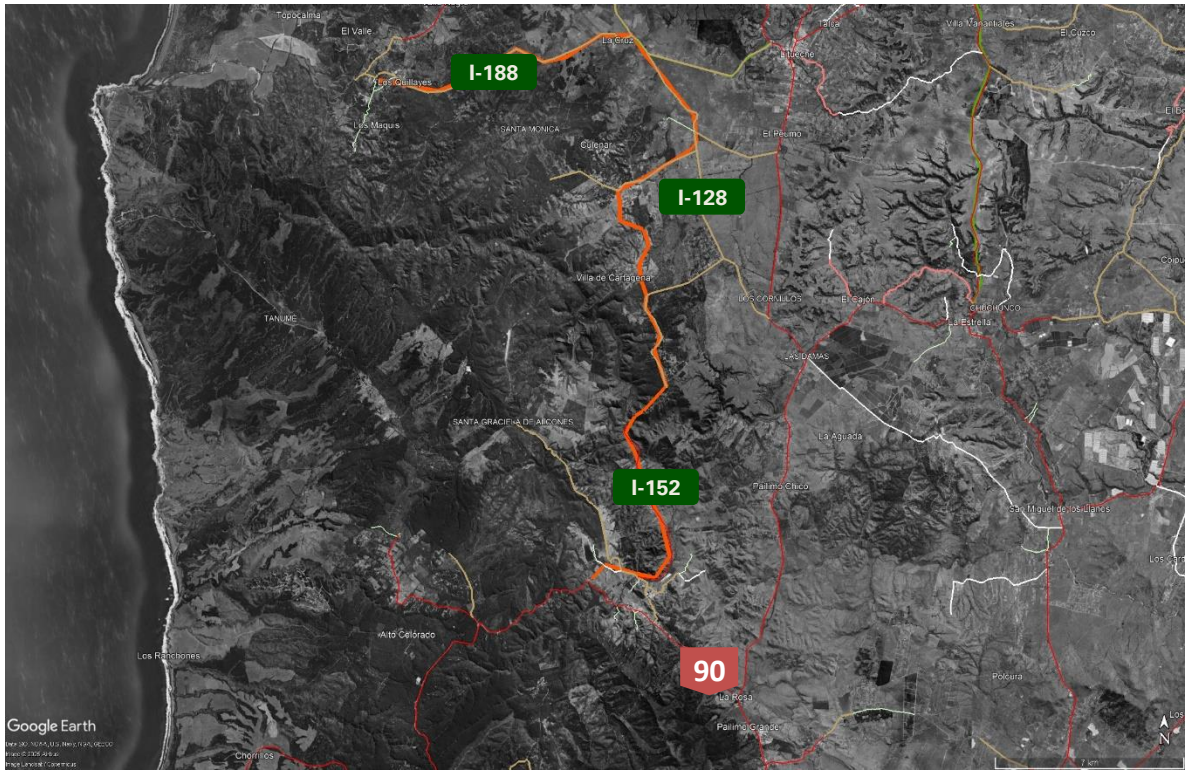
FIGURA N° 10.4-17: PROYECTO CONEXIÓN RAPEL - TOPOCALMA



- **Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90**

Este proyecto, de casi 40 km de extensión busca mejorar vialidad existente de las rutas I-188, I-128, I-992, I-152 y algunos tramos de apertura para establecer un eje longitudinal paralelo a la costa que conecte con la Ruta 90.

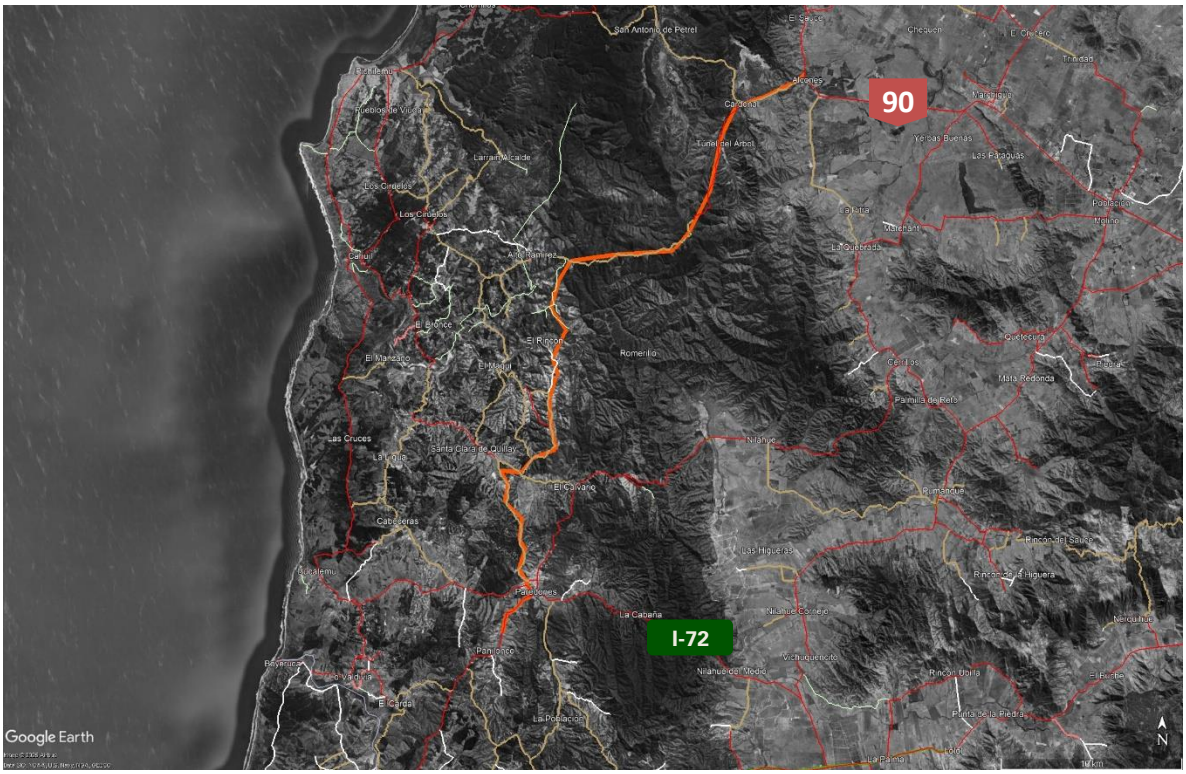
FIGURA N° 10.4-18: PROYECTO CONEXIÓN TOPOCALMA – RUTA 90



- **Proyecto Conexión Alcones – Paredones**

Este proyecto de 45 km de extensión busca mejorar tramos de vías existentes (I-184, I-410, I-246, I-218, I-216, I-520) hasta empalmar con la ruta I-72 para consolidar una alternativa longitudinal en sectores de topografía complicada.

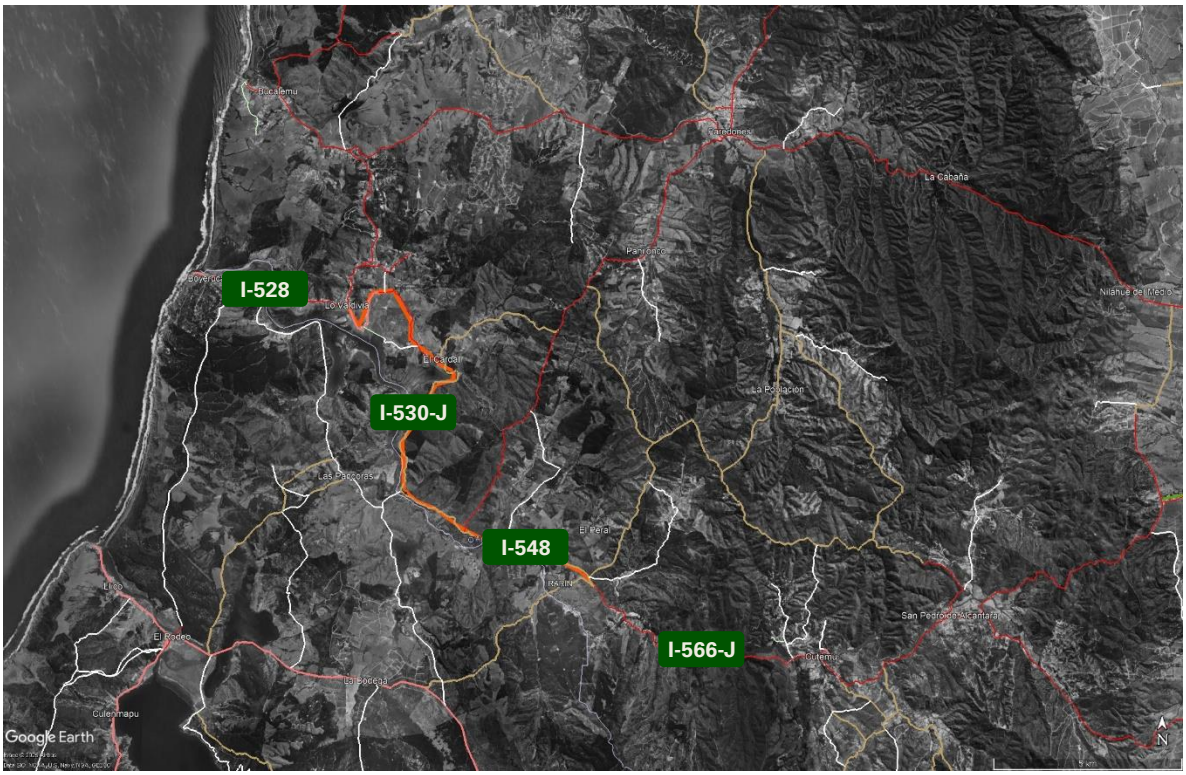
FIGURA N° 10.4-19: PROYECTO CONEXIÓN ALCONES - PAREDONES



- **Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara**

Este proyecto de 15 km de extensión mejora la conexión entre las rutas I-528 e I-566-J pavimentando las rutas I-530-J e I-548

FIGURA N° 10.4-20: PROYECTO CONEXIÓN BUCALEMU – SAN `PEDRO DE ALCÁNTARA



- **Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica**

Este proyecto, de 12 km de extensión busca mejorar la velocidad de circulación de la ruta I-82 actual, optimizando la conectividad entre Nancagua (y Ruta 90) con Chépica, con ajustes geométricos y mejoras en las pasadas urbanas por localidades intermedias.

FIGURA N° 10.4-21: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN NANCAGUA - CHÉPICA

- **Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno**

Este proyecto de 27 km busca mejorar la conectividad entre Chépica y la Ruta 5, conectando en la parte norte de la Región del Maule. Considera el mejoramiento de rutas existentes como la I-86, I-30-J, J-30-I, J-40, J-312 y J-310, considerando particularmente la incorporación de terceras pistas en la cuesta El Peral y el uso de vías alternativas en la Región del Maule para empalmar a un enlace existente en Ruta 5, evitando el paso por la ciudad de Teno.

FIGURA N° 10.4-22: PROYECTO MEJORAMIENTO AMPLIACIÓN CHÉPICA - TENO

- **Proyecto Ampliación Ruta H-30**

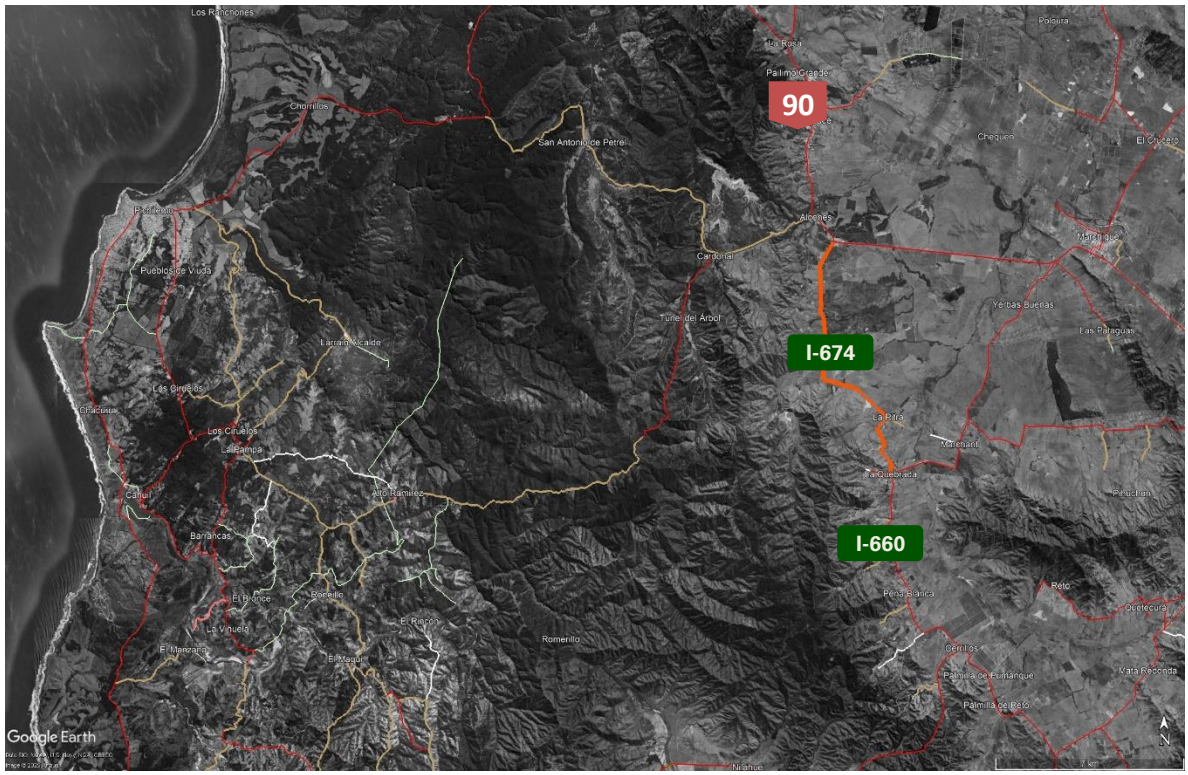
Este proyecto contempla la ampliación a doble calzada de la Ruta H-30 en una extensión de 53 km, entre Av. Cachapoal en Rancagua y la Ruta 66 en Peumo. El objetivo del mejoramiento es mejorar la velocidad de circulación incluyendo sectores de by pass a localidades más consolidadas.

FIGURA N° 10.4-23: PROYECTO AMPLIACIÓN RUTA H-30

- **Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada**

Este proyecto contempla la pavimentación de la ruta I-674 en 11 km, lo que permite consolidar un corredor longitudinal entre Litueche y Pumanque.

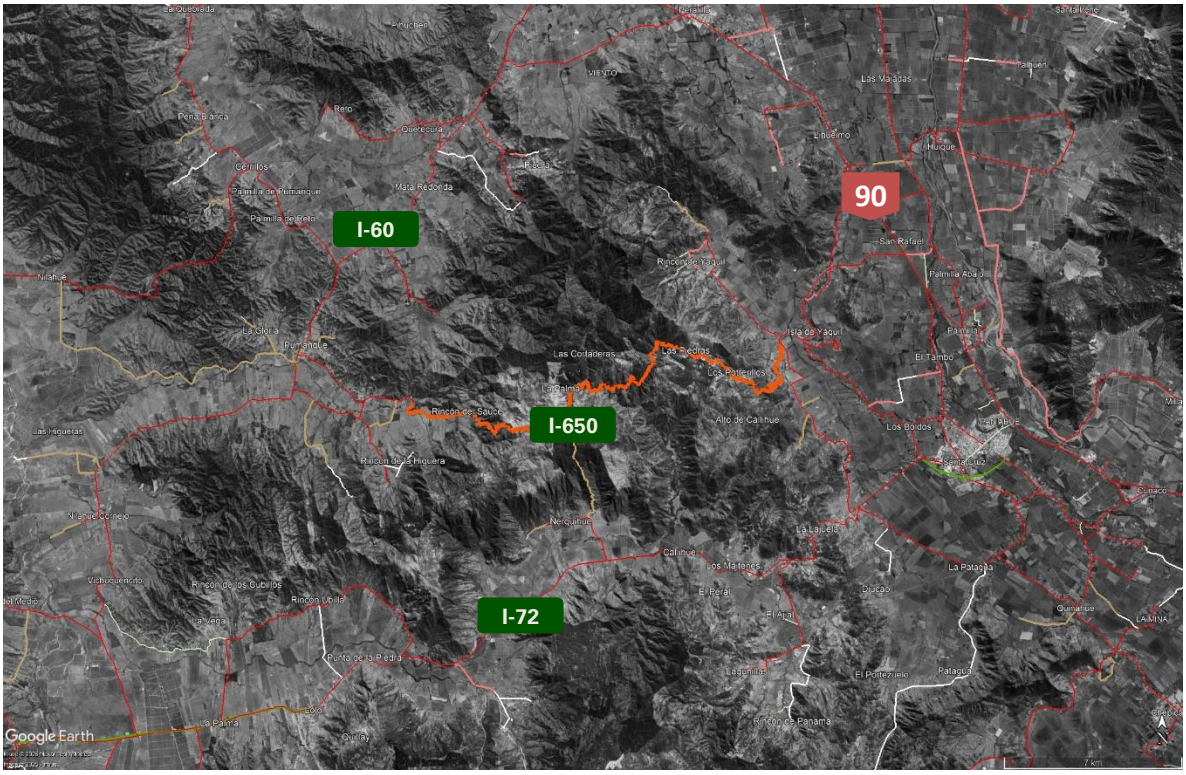
FIGURA N° 10.4-24: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-674 ALCONES – LA QUEBRADA



- **Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil**

Este proyecto contempla la pavimentación de la ruta I-650 en 28 km, lo que permite consolidar un corredor transversal entre Santa Cruz y Pumanque.

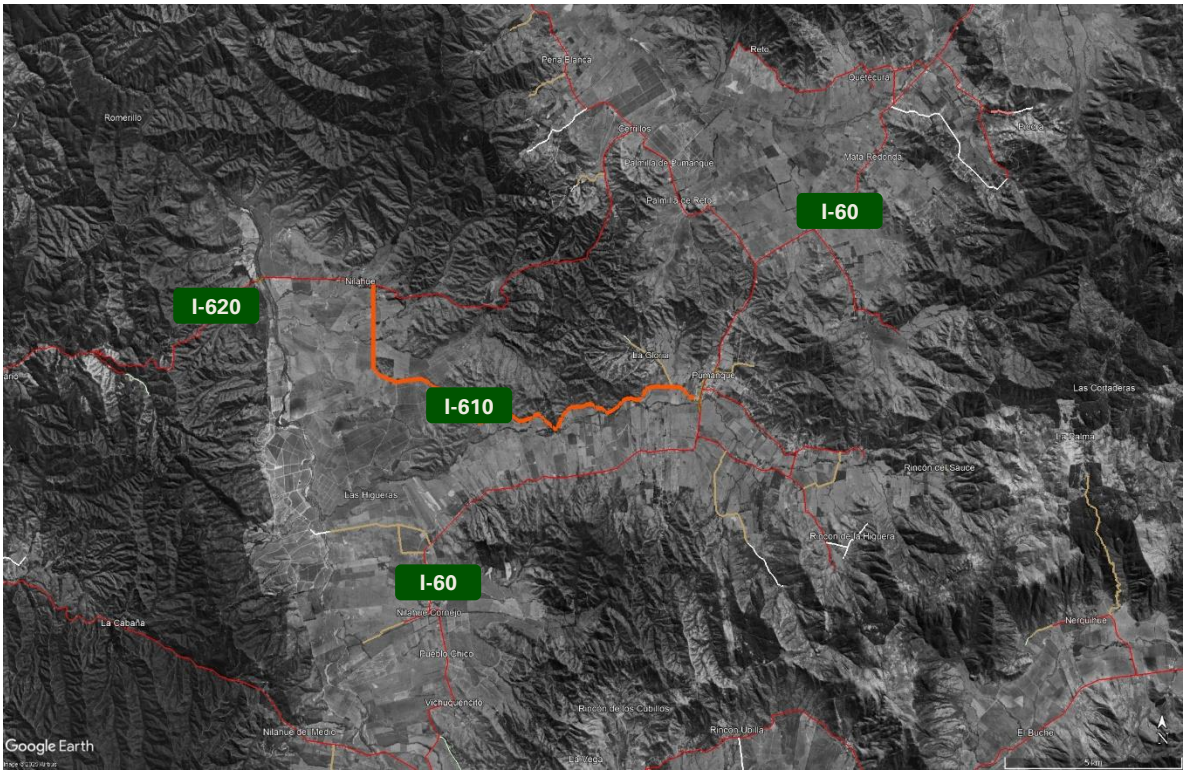
FIGURA N° 10.4-25: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-650 PUMANQUE – ISLA DE YAQUIL



- **Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque**

Este proyecto contempla la pavimentación de la ruta I-610 en 14 km, lo que permite mejorar la conectividad de Pumanque hacia el poniente.

FIGURA N° 10.4-26: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-610 NILAHUE – PUMANQUE



- **Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco**

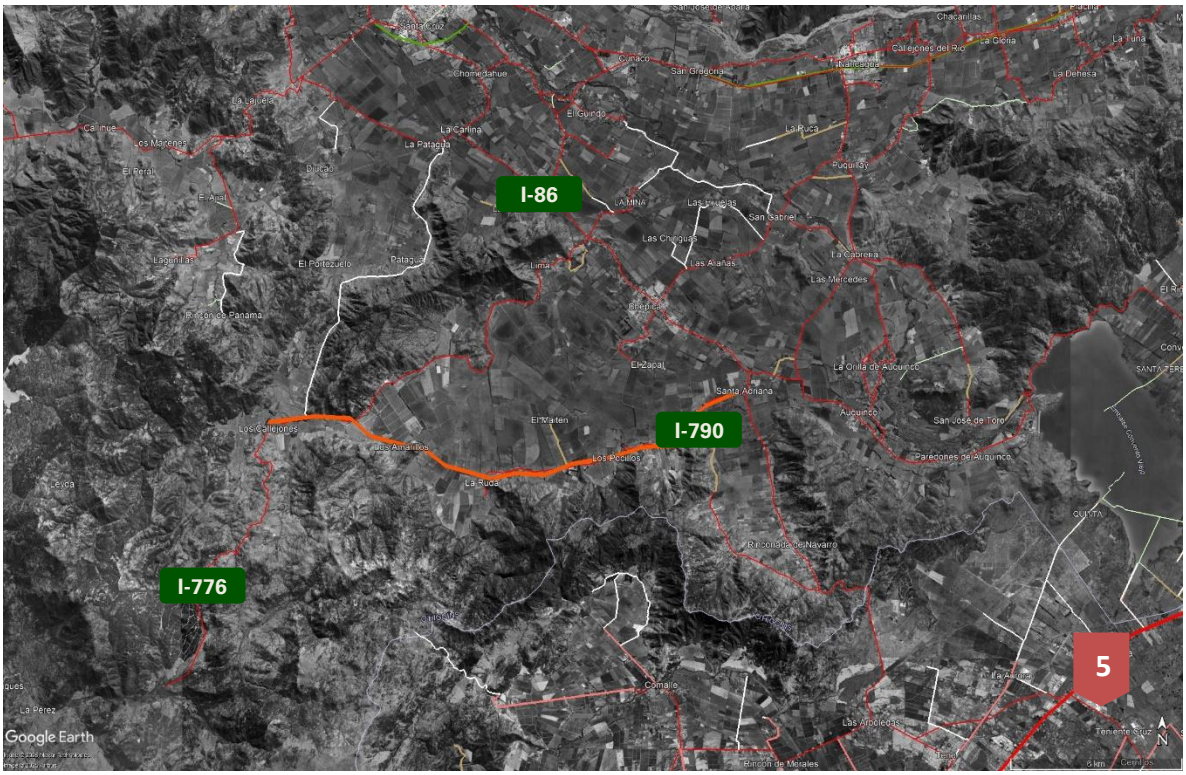
Proyecto de aproximadamente 9 km que busca generar una conexión por el sur poniente del embalse Convento Viejo uniendo la ruta I-86 (Paredones de Auquinco) con la Ruta 5.

FIGURA N° 10.4-27: PROYECTO CONEXIÓN RUTA 5 – PAREDONES DE AUQUINCO

- **Conexión Santa Adriana – Los Callejones**

Proyecto de aproximadamente 18 km de extensión, considera el mejoramiento de rutas existentes (I-790, I-776) y un tramo de pavimentación para consolidar el eje.

FIGURA N° 10.4-28: PROYECTO CONEXIÓN SANTA ADRIANA – LOS CALLEJONES



- **Conexión Los Tricahues – Las Palmas**

Proyecto de aproximadamente 18 km de extensión, considera el mejoramiento y pavimentación de la ruta I-776.

FIGURA N° 10.4-29: PROYECTO CONEXIÓN LOS TRICAHUES – LAS PALMAS

- **Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén**

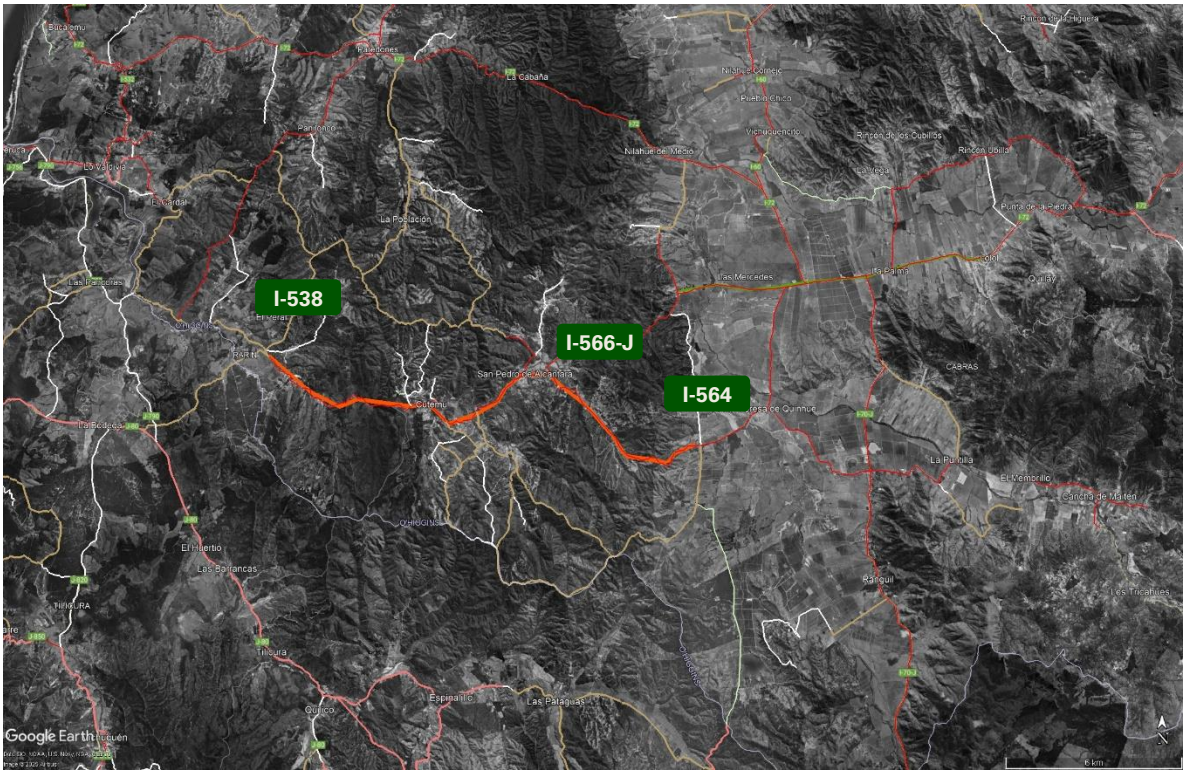
Proyecto de aproximadamente 17 km de extensión, considera el mejoramiento de rutas existentes (I-572, I-570, I-580) y un tramo de pavimentación para consolidar el eje.

FIGURA N° 10.4-30: PROYECTO CONEXIÓN SANTA TERESA DE QUINAHUE – CANCHA DE MAITÉN

- **Proyecto Mejoramiento San Pedro de Alcántara – Límite Regional**

Este proyecto de 19 km considera el mejoramiento de la ruta I-566-J en cuanto a trazado, para aumentar su velocidad de circulación y en relación a la pasada por San Pedro de Alcántara y otras localidades.

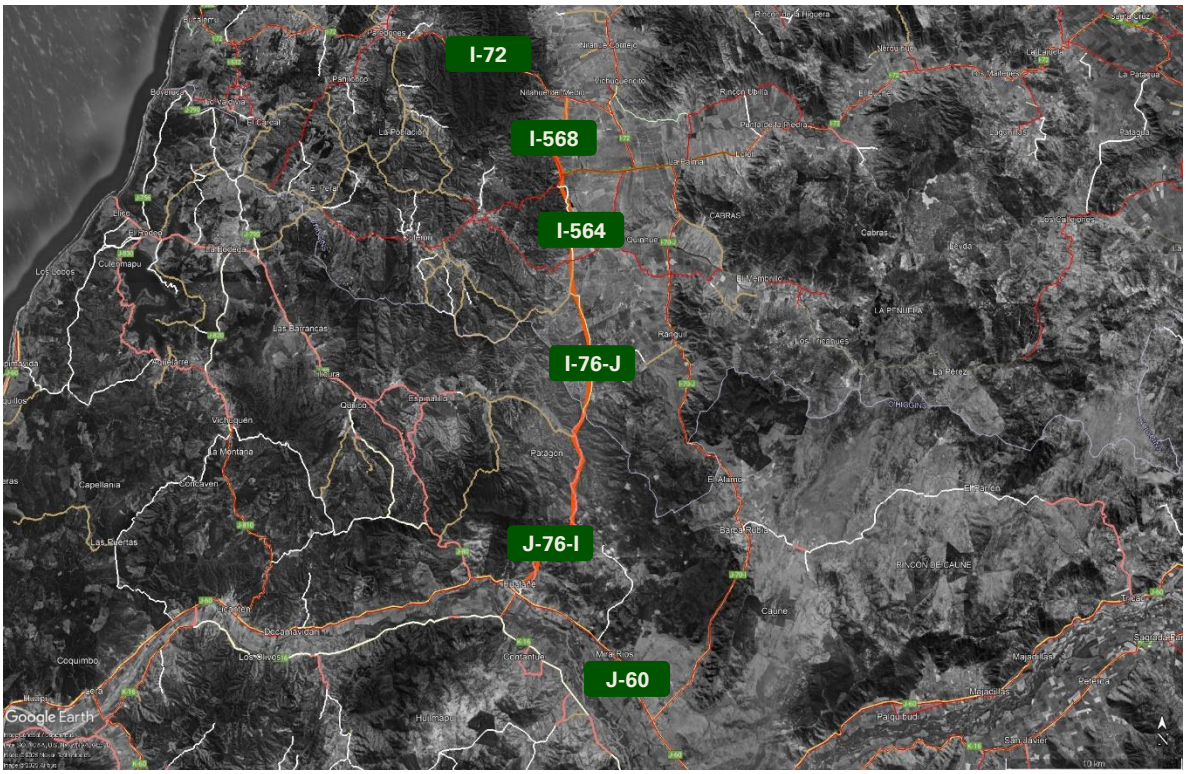
FIGURA N° 10.4-31: PROYECTO MEJORAMIENTO S.P ALCÁNTARA – LÍMITE REGIONAL



- **Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé**

Este proyecto de conexión longitudinal de aproximadamente 34 km conectaría la ruta I-72 con la ruta J-60 en la Región del Maule, pavimentando tramos de rutas existentes como la I-568, I-564, I-576 e I-76-J.

FIGURA N° 10.4-32: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN NILAHUE DEL MEDIO - HUALAÑÉ



- **Conexión Huique - Millahue**

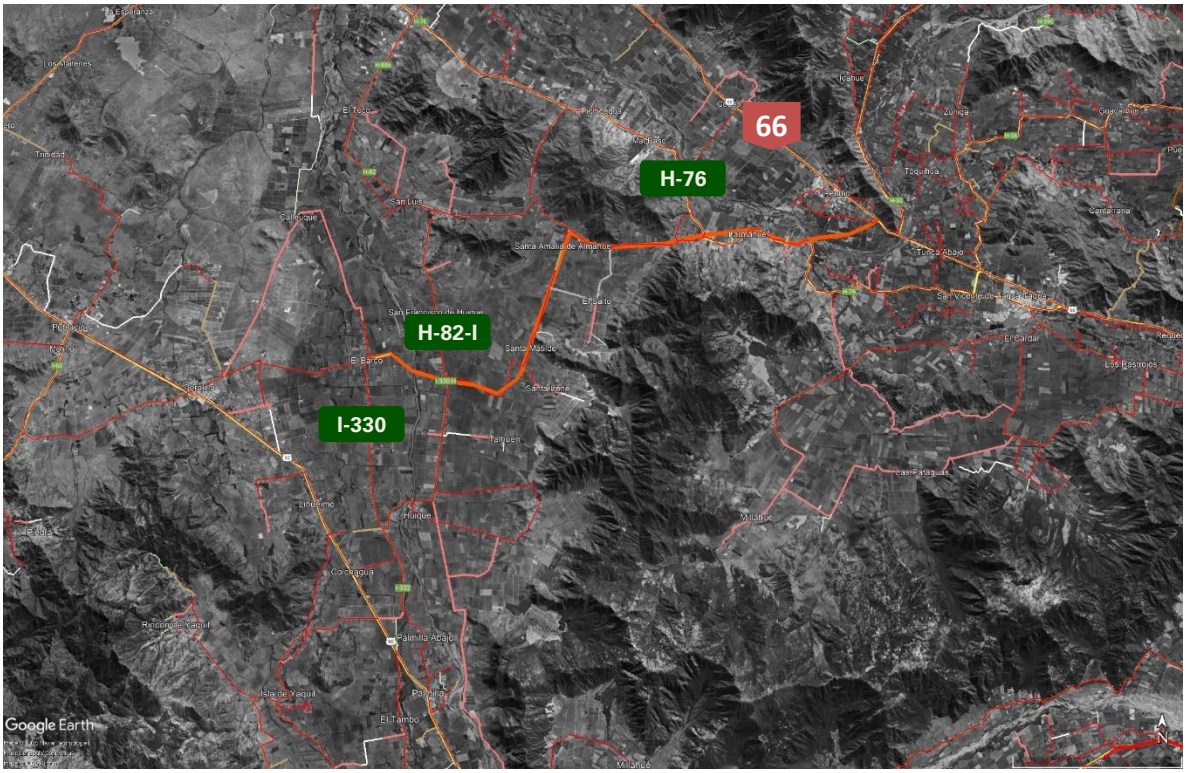
Este proyecto de aproximadamente 10 km de extensión busca superar un sector de quebrada (Los Mineros) generando nuevas opciones de conectividad entre los valles del Tinguiririca y Cachapoal.

FIGURA N° 10.4-33: PROYECTO CONEXIÓN HUIQUE - MILLAHUE

- **Conexión El Barco - Peumo**

El proyecto completo tiene una extensión de casi 30 km pero utiliza tramos de vías existentes (H-76, H-882, I-320-H) con un primer tramo de apertura conectando las rutas 66 y H-76 y un segundo tramo de apertura entre las rutas H-82-I e I-330, que involucran en ambos casos puentes de magnitud relevante.

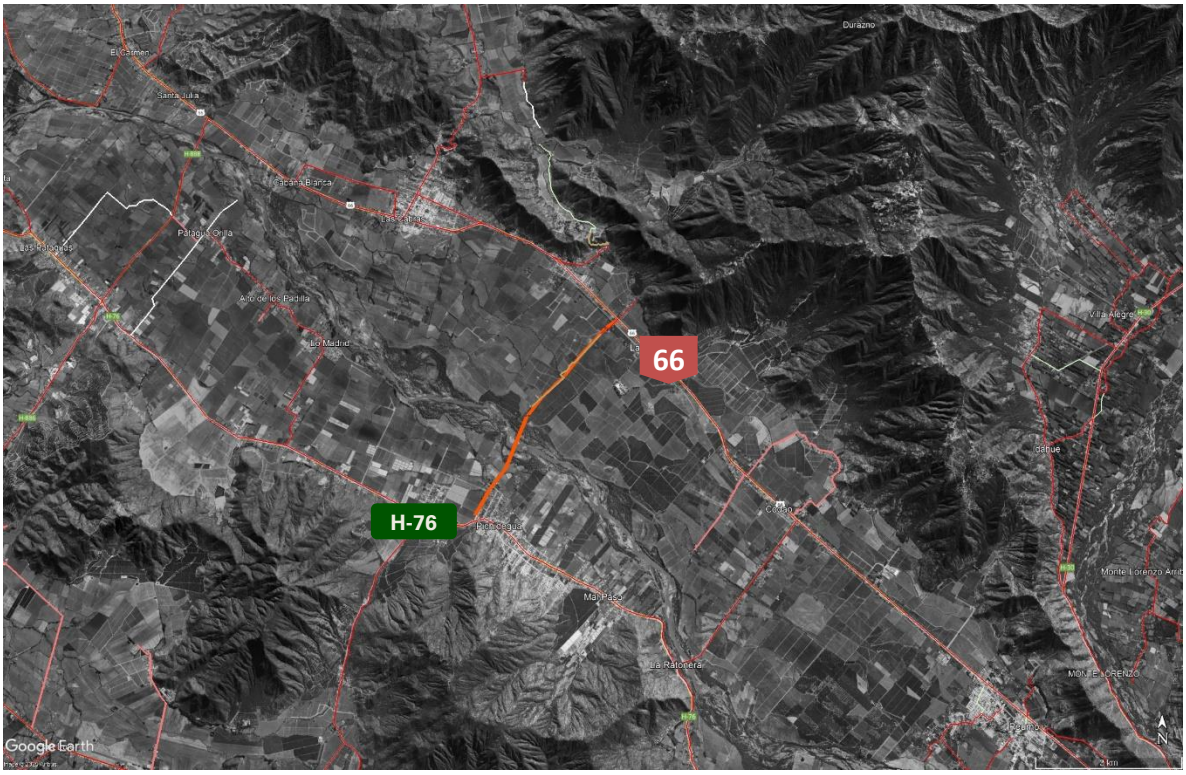
FIGURA N° 10.4-34: PROYECTO CONEXIÓN EL BARCO - PEUMO



- **Conexión Pichidegua – La Rosa**

Proyecto de 6 km aproximadamente que une las rutas 66 y H-76 mejorando vías existentes e incluyendo un puente sobre el río Cahapoal.

FIGURA N° 10.4-35: PROYECTO CONEXIÓN PICHIDEGUA – LA ROSA



En esta actividad se realizó una estimación de los costos asociados a los planes de proyectos definidos según el detalle del cuadro siguiente, entendiéndose que las obras asociadas a dichos planes corresponden a mejoramientos de caminos existentes, actualmente de ripio, mediante rectificaciones geométricas menores, pavimentación asfáltica y materialización de una doble calzada en algunos casos.

En el cuadro siguiente se presenta la identificación de los proyectos considerados.

CUADRO 10.4-1: IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud Tramo (Km)
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto		
	Tramo 1	H-15_H-153	0,785
	Tramo 2	Apertura	2,717
	Tramo 3	S/R-H-163	0,879
	Tramo 4	S/R-H-163	0,598
	Tramo 5	Apertura	3,691
	TOTAL		**8,670**
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí		
	Tramo 1	H-15_H-153	0,785
	Tramo 2	Apertura	2,717
	Tramo 3	S/R-H-163	0,879
	Tramo 4	S/R-H-163	0,598
	Tramo 5	Apertura	3,691
	Tramo 6	Puente	0,320
	Tramo 7	Apertura	12,792
	TOTAL		**21,782**
3	Conexión sur Machalí		
	Tramo 1	Apertura	3,377
	TOTAL		**3,377**
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur		
	Tramo 1	Apertura	3,377
	Tramo 2	Apertura	1,202
	Tramo 3	Puente	0,420
	TOTAL		**4,999**
4	Conexión Cachapoal		
		Apertura	3,750

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud Tramo (Km)
		C° a Río, camino existente	0,808
		Puente	0,540
		Apertura	0,301
	TOTAL		**5,399**
5a	Conexión Sur Cachapoal		
	Tramo 1	Apertura	0,516
	Tramo 2	camino existente privado	2,687
	Tramo 3	Apertura	2,129
	Tramo 4	camino existente privado	0,469
	TOTAL		**5,801**
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo		
	Tramo 1	Apertura	0,516
	Tramo 2	camino existente privado	2,687
	Tramo 3	Apertura	2,129
	Tramo 4	camino existente privado	0,469
	Tramo 5	Apertura	5,327
	Tramo 6	S/R-H-453	1,482
	Tramo 7	Apertura	3,872
	Tramo 8	S/R-H-541	0,365
	Tramo 9	H-541	2,830
	Tramo 10	Apertura	2,092
	Tramo 11	H-545_H-521	7,351
	Tramo 12	H-635	2,340
	Tramo 13	camino existente	1,330
	TOTAL		**32,790**
6	Conexión oriente Tinguiririca		
	Tramo 1	I-111	7,356
	Tramo 2	Apertura	4,952
	Tramo 3	I-205	0,909
	Tramo 4	I-301	0,990
	Tramo 5	I-255	4,045
	Tramo 6	Puente	0,148
	Tramo 7	I-45	9,259
	Tramo 8	Puente	0,065

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud Tramo (Km)
	Tramo 9	I-451	2,750
	Tramo 10	Apertura	22,428
	TOTAL		**52,902**
6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca		
		camino existente	9,790
		Apertura	15,852
	TOTAL		**25,642**
7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes		
	Tramo 1	Apertura	3,940
	TOTAL		**3,940**
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario		
	Tramo 1	Apertura	2,088
	Tramo 2	camino existente	0,983
	Tramo 3	Apertura	3,490
	Tramo 4	H-460	3,009
	Tramo 5	H-460	0,511
	TOTAL		**10,081**
7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5		
	Tramo 1	H-710	2,011
	Tramo 2	S/R-H-710	1,823
	Tramo 3	S/R-H-710	3,091
	Tramo 4	I-90-H	4,554
	TOTAL		**11,479**
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica		
		I-86	15,013
	TOTAL		**15,013**
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar		
		H-40	19,037
	TOTAL		**19,037**
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma		
		I-226_I-198	13,167
		I-196	8,782
		S/R-I-106	2,806
		S/R-I-106	4,979
		I-190	5,037

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud Tramo (Km)
		I-190	2,301
	TOTAL		**37,072**
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90		
	Tramo 1	S/R-I-992	18,859
	Tramo 2	Apertura	4,636
	Tramo 3	S/R-I-152	3,537
	Tramo 4	Apertura	2,035
	Tramo 5	I-152	6,539
	Tramo 6	I-170	0,585
	Tramo 7	I-182	0,678
	Tramo 8	Apertura	0,813
	TOTAL		**37,682**
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones		
	Tramo 1	I-184	3,741
	Tramo 2	I-410	7,476
	Tramo 3	S/R-I-410	8,410
	Tramo 4	S/R-I-012	2,883
	Tramo 5	S/R-I-016	1,589
	Tramo 6	Apertura	1,704
	Tramo 7	S/R-I-246	1,995
	Tramo 8	I-218	4,758
	Tramo 9	I-216	1,071
	Tramo 10	I-526	1,350
	Tramo 11	I-520	7,376
	Tramo 12	Apertura	0,397
	Tramo 13	I-72	0,510
	Tramo 14	I-540	2,898
	TOTAL		**46,158**
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara		
		S/R-I-528	1,944
		I-528	2,783
		I-530-J	10,826
	TOTAL		**15,553**
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica		
		I-82	12,250
	TOTAL		**12.250**

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud Tramo (Km)
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno		
	Tramo 1	I-86_I-30-J	27,156
	TOTAL		**27,156**
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30		
	Tramo 1	H-30	52,676
	TOTAL		**52,676**
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada		
	Tramo 1	I-674	7,506
	TOTAL		**7,506**
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil		
	Tramo 1	**I-650**	27,480
	TOTAL		**27,480**
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque		
	Tramo 1	I-610	10,617
	TOTAL		**10,617**
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	Apertura	7,104
		S/R-J-116	0,769
	TOTAL		**7,873**
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones		
		I-776	2,973
		I-776	5,082
		I-790	10,061
	TOTAL		**18,116**
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas		
		I-586	1,305
		S/R-I-776	16,411
	TOTAL		**17,716**
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén		
	Tramo 1	I-572	2,899
	Tramo 2	I-570	8,873
	Tramo 3	I-580	2,432
	Tramo 4	I-580	2,582

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud Tramo (Km)
	TOTAL		**16,786**
25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional		
		I-566-J	12,581
		I-572	7,407
	TOTAL		**19,988**
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé		
	Tramo 1	I-568	3,350
	Tramo 2	I-566-J	3,321
	Tramo 3	S/R-I-564	5,799
	Tramo 4	I-576	2,125
	Tramo 5	S/R-J-76-I	8,293
	Tramo 6	s/rol	12,050
	TOTAL		**34,938**
27	Conexión Huique - Millahue		
	Tramo 1	s/rol	2,180
	Tramo 2	Túnel	3,500
	Tramo 3	s/rol	4,520
	TOTAL		**10,200**
28	Conexión El Barco - Peumo		
	Tramo 1	S/R-I-356	1,003
	Tramo 2	Apertura	2,732
	Tramo 3	I-320-H	9,857
	Tramo 4	I-320-H	1,349
	Tramo 5	I-320-H	0,719
	Tramo 6	H-882	6,636
	Tramo 7	H-76	5,513
	Tramo 8	Apertura	3,222
	Tramo 9	H-754	0,246
	TOTAL		**31,277**
29	Conexión Pichidegua – La Rosa		
	Tramo 1	sin rol	0,830
	Tramo 2	Apertura	0,907
	Tramo 3	Puente	0,417
	Tramo 4	Apertura	0,842
	Tramo 5	H-926	2,999
	Tramo 6	H-926	0,538
	TOTAL		**6,533**

Fuente: Elaboración propia

La estimación de los costos de inversión propiamente tal, parte con la estimación del costo de inversión unitario por kilómetro, obtenido sobre la base de antecedentes correspondientes a proyectos similares, en los cuales se ha distinguido las obras correspondientes a las partidas del Proyecto Vial, Estructuras, Túneles y Expropiaciones para el caso de nuevas conexiones y/o ensanches mediante segundas calzadas.

Con respecto a las fajas necesarias para el emplazamiento de los caminos, se ha considerado en el caso de caminos públicos de ripio, soluciones básicas y pavimentados, que la faja se encuentra disponible. Para el caso de los caminos de suelo natural, se consideró una faja existente 6 m. y una expropiación de 6 m adicionales para completar una faja total de 12 m.

10.4.2 Costo Proyecto Vial

Para la determinación de los costos unitarios se hizo una clasificación de los caminos basada principalmente en la velocidad de diseño que se considera en cada categoría y el entorno en el cual se inserta. De esta forma, las mayores velocidades se logran en terrenos llanos, las intermedias en terrenos ondulados, y las más bajas en terrenos montañosos.

De acuerdo a los criterios habituales utilizados en Chile (MC-Vol 3, MOP-2020) el alcance de la terminología considera como terreno llano sectores con amplias extensiones libres de obstáculos naturales, sin condicionantes relevantes para el emplazamiento del trazado, con ondulaciones moderadas de la rasante comprendida mayoritariamente entre +/-3%. Por otro lado, se considera como terreno ondulado, sectores con frecuentes sectores de cambio de pendiente, que pueden variar entre 3% y 7%, con diseños en planta que pueden estar condicionados por el relieve del terreno. Por último, se considera como terreno montañoso, sectores conformados por cuestas o cordones montañosos en que el diseño se subordina a las condiciones del terreno, utilizando elementos geométricos frecuentes en condiciones de mínimo absoluto. La rasante en este caso presenta pendientes entre 4% y 9% y puede ser necesario el uso de curvas de retorno.

Para la valorización de las obras, se actualizó y utilizó como base la información disponible de proyectos desarrollados por el Ministerio de Obras Públicas; se identificó las características generales de cada uno de ellos; se clasificaron los proyectos según emplazamiento y se obtuvo los costos asociados por kilómetro de cada uno de estos tipos de proyectos.

Dado que los proyectos considerados como antecedentes disponibles presentan características de diseño; sectores de emplazamiento; condicionantes, y restricciones muy

disímiles entre sí, se efectuó una agrupación de los antecedentes según las características homogéneas de los proyectos, con el propósito de evitar distorsiones en el uso de los valores obtenidos.

Lo anterior obedece a que los proyectos viales analizados presentan partidas de obras con incidencias muy variables entre sí, dependiendo del entorno, condicionantes topográficas en planta y alzado, emplazamientos montañosos que subordinan el diseño; impactos significativos y de alto costo por afección de los servicios existentes, estructuras de puentes y muros de contención, etc.

En función de lo anterior se definió la siguiente clasificación de proyectos:

- Sectores interurbanos llanos: **(ILL)**
- Sectores interurbanos ondulados: **IO)**
- Sectores interurbanos montañosos: **(IM)**

Como consecuencia de la definición anterior, en los casos donde la información disponible lo permite se determinó un valor medio ponderado por kilómetro, con el fin de reflejar un costo tipo de los caminos que forman parte de los planes definidos.

La cartera de información disponible de proyectos utilizada corresponde a proyectos de ingeniería de similares características, desarrollados por el Ministerio de Obras Públicas y comprende 8 proyectos. Dichos proyectos corresponden a los siguientes:

CUADRO 10.4-2: CARTERA DE PROYECTOS DE INFORMACIÓN BASE

ID	Proyecto	Comuna	Longitud (Km)	Calzada	Costo Total Obra (UF) (*)	Costo UF/Km	Clasificación Atribuida
1	Mejoramiento Ruta F-190, Sector Valle Alegre-Puchuncaví	Quintero Puchuncaví	8,8	Simple Bidireccional	199.670	22.690	IO
2	Ampliación Ruta F-30E, Sector Ruta F-20 - Concón, tramo Acceso a Quintero - Concón	Quintero Concón	17,3	Doble Calzada	4.760.936	275.199	IO**
3	Ampliación Ruta F-210, Acceso a Quintero	Quintero	5	Doble Calzada	468.130	93.626	IO
4	Mejoramiento Ruta F-216, Sector Valle Alegre - Cruce Ruta F-30E	Quintero	3,7	Simple Bidireccional	104.014	28.112	IO
5	Mejoramiento Camino Mirasol Bifurcación Quintay, Ruta F-818 y F-814, Provincia de Valparaíso y San Antonio (Ruta F-818)	Valparaíso San Antonio	15	Simple Bidireccional	469.097	31.273	IM
6	Mejoramiento Camino Mirasol Bifurcación Quintay, Ruta F-818 y F-814, Provincia de Valparaíso y San Antonio (Ruta F-814)		4	Simple Bidireccional	47.310	11.828	IM
7	Mejoramiento Ruta F-840, Comunas de Algarrobo-Casablanca	Algarrobo Casablanca	31	Simple Bidireccional	632.497	20.403	IM
8	Estudio de Ingeniería Mejoramiento y Reposición Ruta F-10-G, Sector Limite Regional-Cruce Ruta 62	Valparaíso	30,5	Simple Bidireccional	852.719	27.958	IM

Fuente: Elaboración Propia

Notas: (*): Valor incluye 25% de GG y UT, y 19% de IVA.

**: Proyecto con fuerte incidencia por afección a redes de servicios. Los valores no incluyen costos por concepto de expropiaciones.

Como resultado del análisis anterior se considera una valorización unitaria media ponderada de 25.000 UF/km para el mejoramiento de una calzada simple bidireccional en sectores interurbanos ondulado y sectores interurbanos montañosos, excluyendo expropiaciones.

Para proyectos de doble calzada se usará un valor medio de 150.000 UF/Km, basado en estudios en el área y en otras regiones.

10.4.3 Costo de túneles

Para los casos donde el trazado contempla materializar un túnel de conexión, se ha considerado como valor referencial una obra de complejidad media con un valor de 1.900.000 UF/Km.

10.4.4 Costo de estructuras

Con relación al costo de las estructuras en cada uno de los proyectos se efectuó una identificación de cada una de ellas, estableciéndose su nombre y sus características físicas en cuanto a longitud; ancho de superestructura y materialidad. De esta forma, se identificaron aquellas que se mantienen; aquellas que se reemplazan y aquellas que contemplan estructuras paralelas para adecuarlas al nuevo estándar proyectado de los caminos.

El valor unitario considerado para las estructuras considera una superestructura para una calzada bidireccional de 8 m. de ancho y pasillos en ambos costados, carpeta de asfalto sobre una losa de hormigón y vigas de hormigón armado. El valor unitario considerado para estas condiciones es de 410 UF/m.

En el cuadro siguiente se presenta la identificación de cada una de las estructuras los costos asociados a los proyectos identificados.

CUADRO 10.4-3: IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS SEGÚN PROYECTO

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud (Km)	Puentes			
				Nombre	Longitud (m)	Proyecto	Costo Puente UF
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto						
	Tramo 1	H-15_H-153	0,785				0
	Tramo 2	Apertura	2,717				0
	Tramo 3	S/R-H-163	0,879				0
	Tramo 4	S/R-H-163	0,598				0
	Tramo 5	Apertura	3,691				0
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí						
	Tramo 1	H-15_H-153	0,785				0
	Tramo 2	Apertura	2,717				0
	Tramo 3	S/R-H-163	0,879				0
	Tramo 4	S/R-H-163	0,598				0
	Tramo 5	Apertura	3,691				0
	Tramo 6	Puente	0,320		320		131.200
	Tramo 7	Apertura	12,792				0
3	Conexión sur Machalí						
	Tramo 1	Apertura	3,377				0
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur						
	Tramo 1	Apertura	3,377				0
	Tramo 2	Apertura	1,202				0
	Tramo 3	Puente	0,420		420		172.200
4	Conexión Cachapoal						
		Apertura	3,750				0
		C° a Río, camino existente	0,808				0
		Puente	0,540				0
		Apertura	0,301				0

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud (Km)	Puentes			
				Nombre	Longitud (m)	Proyecto	Costo Puente UF
5a	Conexión Cachapoal Sur						
	Tramo 1	Apertura	0,516				0
	Tramo 2	camino existente privado	2,687				0
	Tramo 3	Apertura	2,129				0
	Tramo 4	camino existente privado	0,469				0
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo						
	Tramo 1	Apertura	0,516	La Chimba	75	Se mantiene	0
	Tramo 2	camino existente privado	2,687				0
	Tramo 3	Apertura	2,129				0
	Tramo 4	camino existente privado	0,469				0
	Tramo 5	Apertura	5,327				0
	Tramo 6	S/R-H-453	1,482				0
	Tramo 7	Apertura	3,872				0
	Tramo 8	S/R-H-541	0,365				0
	Tramo 9	H-541	2,830				0
	Tramo 10	Apertura	2,092				0
	Tramo 11	H-545_H-521	7,351				0
	Tramo 12	H-635	2,340				0
	Tramo 13	camino existente	1,330				0
6	Conexión oriente Tinguiririca						
	Tramo 1	I-111	7,356				0
	Tramo 2	Apertura	4,952				0
	Tramo 3	I-205	0,909				0
	Tramo 4	I-301	0,990				0
	Tramo 5	I-255	4,045				0
	Tramo 6	Puente	0,148	Talcarehue	171	Se mantiene	0
	Tramo 7	I-45	9,259				0
	Tramo 8	Puente	0,065	Puente Negro	58	Se reemplaza	23.739

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud (Km)	Puentes			
				Nombre	Longitud (m)	Proyecto	Costo Puente UF
	Tramo 9	I-451	2,750				0
	Tramo 10	Apertura	22,428				0
6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca						
		camino existente	9,790	Puente Sin nombre	12	Se reemplaza	4.920
		Apertura	15,852				0
7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes						
	Tramo 1	Apertura	3,940				0
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario						
	Tramo 1	Apertura	2,088				0
	Tramo 2	camino existente	0,983				0
	Tramo 3	Apertura	3,490				0
	Tramo 4	H-460	3,009				0
	Tramo 5	H-460	0,511				0
7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5						
	Tramo 1	H-710	2,011				0
	Tramo 2	S/R-H-710	1,823				0
	Tramo 3	S/R-H-710	3,091				0
	Tramo 4	I-90-H	4,554				0
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica						0
		I-86	15,013				0
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar						
		H-40	19,037				0
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma			El Sauce	19	Se mantiene	0
		I-226_I-198	13,167				0

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud (Km)	Puentes			
				Nombre	Longitud (m)	Proyecto	Costo Puente UF
		I-196	8,782				0
		S/R-I-106	2,806				0
		S/R-I-106	4,979				0
		I-190	5,037				0
		I-190	2,301				0
							0
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90						0
	Tramo 1	S/R-I-992	18,859				0
	Tramo 2	Apertura	4,636				0
	Tramo 3	S/R-I-152	3,537				0
	Tramo 4	Apertura	2,035				0
	Tramo 5	I-152	6,539				0
	Tramo 6	I-170	0,585				0
	Tramo 7	I-182	0,678				0
	Tramo 8	Apertura	0,813				0
	Proyecto Conexión Alcones – Paredones			Puente Sin Nombre	8	Se reemplaza	3.280
13	Tramo 1	I-184	3,741				0
	Tramo 2	I-410	7,476				0
	Tramo 3	S/R-I-410	8,410				0
	Tramo 4	S/R-I-012	2,883				0
	Tramo 5	S/R-I-016	1,589				0
	Tramo 6	Apertura	1,704				0
	Tramo 7	S/R-I-246	1,995				0
	Tramo 8	I-218	4,758				0
	Tramo 9	I-216	1,071				0
	Tramo 10	I-526	1,350				0
	Tramo 11	I-520	7,376				0
	Tramo 12	Apertura	0,397				0
	Tramo 13	I-72	0,510				0
	Tramo 14	I-540	2,898				0

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud (Km)	Puentes			
				Nombre	Longitud (m)	Proyecto	Costo Puente UF
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara						
		S/R-I-528	1,944				0
		I-528	2,783				0
		I-530-J	10,826				0
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica			Puente Uvas Blancas	71	Puente Nuevo Paralelo	29.110
		I-82	12,250	Puente Carvajal	71	Puente Nuevo Paralelo	29.110
				Puente Calvino	16	Puente Nuevo Paralelo	6.560
				Puente Blanco	13	Puente Nuevo Paralelo	5.330
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno						
	Tramo 1	I-86_I-30-J	27,156	Puente San Antonio	13	Puente Nuevo Paralelo	5.125
				Puente Carnero	14	Puente Nuevo Paralelo	5.904
				Puente Negro	23	Puente Nuevo Paralelo	9.430
				Puente Guanaco	16	Puente Nuevo Paralelo	6.642
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30						
	Tramo 1	H-30	52,676	Paso Superior Cachapoal	15	Puente Nuevo Paralelo	6.150
				Paso Superior Sin Nombre	11	Puente Nuevo Paralelo	4.428
				Paso Superior Sin Nombre	21	Puente Nuevo Paralelo	8.610
				Canal Coltauco	37	Puente Nuevo Paralelo	15.006
				Puente Cachapoalcito	13	Puente Nuevo Paralelo	5.371
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada						
	Tramo 1	I-674	7,506	Paso Sin Nombre	7	Se mantiene	0
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil						
	Tramo 1	**I-650**	27,480	Paso Sin Nombre 1	15	Se mantiene	0
				Paso Sin Nombre 2	9	Se mantiene	0

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud (Km)	Puentes			
				Nombre	Longitud (m)	Proyecto	Costo Puente UF
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque						
	Tramo 1	I-610	10,617				0
							0
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	Apertura	7,104				0
		S/R-J-116	0,769				0
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones						0
		I-776	2,973	Paso Sin Nombre	16	Se reemplaza	6.478
		I-776	5,082				0
		I-790	10,061				0
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas						0
		I-586	1,305				0
		S/R-I-776	16,411				0
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén						
	Tramo 1	I-572	2,899	Puente Quiahue 2	60	Se mantiene	0
	Tramo 2	I-570	8,873	Puente Sin Nombre	7	Se reemplaza	2.665
	Tramo 3	I-580	2,432				0
	Tramo 4	I-580	2,582				0
25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional						
		I-566-J	12,581	Puente Sin Nombre	26	Se mantiene	0
		I-572	7,407				0
							0
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé						0
	Tramo 1	I-568	3,350				0
	Tramo 2	I-566-J	3,321				0
	Tramo 3	S/R-I-564	5,799				0
	Tramo 4	I-576	2,125				0
	Tramo 5	S/R-J-76-I	8,293				0

ID	Identificación Ruta	Rol	Longitud (Km)	Puentes			
				Nombre	Longitud (m)	Proyecto	Costo Puente UF
	Tramo 6	s/rol	12,050				0
27	Conexión Huique - Millahue						
	Tramo 1	s/rol	2,180				0
	Tramo 2	Tunel	3,500				0
	Tramo 3	s/rol	4,520				0
							0
28	Conexión El Barco - Peumo						0
	Tramo 1	S/R-I-356	1,003				0
	Tramo 2	Apertura	2,732				0
	Tramo 3	I-320-H	9,857				0
	Tramo 4	I-320-H	1,349				0
	Tramo 5	I-320-H	0,719				0
	Tramo 6	H-882	6,636				0
	Tramo 7	H-76	5,513				0
	Tramo 8	Apertura	3,222				0
	Tramo 9	H-754	0,246				0
							0
29	Conexión Pichidegua – La Rosa						0
	Tramo 1	sin rol	0,830				0
	Tramo 2	Apertura	0,907				0
	Tramo 3	Puente	0,417				0
	Tramo 4	Apertura	0,842				0
	Tramo 5	H-926	2,999				0
	Tramo 6	H-926	0,538				0

Fuente: Elaboración Propia

10.4.5 Resumen de inversiones

Con la obtención del costo unitario y cubicación de los distintos proyectos analizados, se estimaron los costos de inversión asociados a cada uno de ellos.

En el cuadro siguiente se presentan el costo estimativo para cada uno de los proyectos definidos.

CUADRO 10.4-4: ESTIMACIÓN DE COSTOS A NIVEL DE PERFIL DE PROYECTOS

ID Proy	Nombre Proyecto	Rol	Longitud (Km)	Túnel (m)	Total Proyecto Vial (UF)	Costo Estructuras (UF)	Costo Total Túneles (UF)	Costo Expropiaciones (UF)	Costo Por Tramo (UF)	Costo Total (UF)
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto									
	Tramo 1	H-15_H-153	0,785	0	19.623	0	0	0	19.623	
	Tramo 2	Apertura	2,717	0	67.925	0	0	1.141	69.066	
	Tramo 3	S/R-H-163	0,879	0	21.977	0	0	5.459	27.435	224.900
	Tramo 4	S/R-H-163	0,598	0	14.961	0	0	0	14.961	
	Tramo 5	Apertura	3,691	0	92.266	0	0	1.550	93.816	
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí									
	Tramo 1	H-15_H-153	0,785	0	19.623	0	0	0	19.623	
	Tramo 2	Apertura	2,717	0	67.925	0	0	1.141	69.066	
	Tramo 3	S/R-H-163	0,879	0	21.977	0	0	5.459	27.435	
	Tramo 4	S/R-H-163	0,598	0	14.961	0	0	0	14.961	675.900
	Tramo 5	Apertura	3,691	0	92.266	0	0	1.550	93.816	
	Tramo 6	Puente	0,320	0		131.200	0	0	131.200	
	Tramo 7	Apertura	12,792	0	319.800	0	0	0	319.800	
3	Conexión sur Machalí									
	Tramo 1	Apertura	3,377	0	84.425	0	0	11.752	96.177	96.177
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur									
	Tramo 1	Apertura	3,377	0	84.425	0	0	11.752	96.177	
	Tramo 2	Apertura	1,202	0	30.050	0	0	4.183	34.233	302.610
	Tramo 3	Puente	0,420	0		172.200	0	0	172.200	
4	Conexión Cachapoal									
	Tramo 1	Apertura	3,750	0	93.750	0	0	13.050	106.800	
	Tramo 2	C° a Río, camino existente	0,808	0	20.203	0	0	0	20.203	358.480
	Tramo 3	Puente	0,540	0	0	221.400	0	0	221.400	
	Tramo 4	Apertura	0,301	0	9.030	0	0	1.047	10.077	
5a	Conexión Sur Cachapoal									
	Tramo 1	Apertura	0,516	0	12.888	0	0	1.856	14.743	
	Tramo 2	camino existente privado	2,687	0	67.175	0	0	9.673	76.848	165.894
	Tramo 3	Apertura	2,129	0	53.225	0	0	7.664	60.889	
	Tramo 4	camino existente privado	0,469	0	11.725	0	0	1.688	13.413	

ID Proy	Nombre Proyecto	Rol	Longitud (Km)	Túnel (m)	Total Proyecto Vial (UF)	Costo Estructuras (UF)	Costo Total Túneles (UF)	Costo Expropiaciones (UF)	Costo Por Tramo (UF)	Costo Total (UF)
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo									
	Tramo 1	Apertura	0,516	0	12.888	0	0	1.856	14.743	
	Tramo 2	camino existente privado	2,687	0	67.175	0	0	9.673	76.848	
	Tramo 3	Apertura	2,129	0	53.225	0	0	7.664	60.889	
	Tramo 4	camino existente privado	0,469	0	11.725	0	0	1.688	13.413	
	Tramo 5	Apertura	5,327	0	133.175	0	0	19.177	152.352	
	Tramo 6	S/R-H-453	1,482	0	37.050	0	0	0	37.050	
	Tramo 7	Apertura	3,872	0	96.800	0	0	13.939	110.739	886.055
	Tramo 8	S/R-H-541	0,365	0	9.125	0	0	0	9.125	
	Tramo 9	H-541	2,830	0	70.750	0	0	0	70.750	
	Tramo 10	Apertura	2,092	0	52.300	0	0	7.531	59.831	
	Tramo 11	H-545_H-521	7,351	0	183.775	0	0	0	183.775	
	Tramo 12	H-635	2,340	0	58.500	0	0	0	58.500	
	Tramo 13	camino existente	1,330	0	33.250	0	0	4.788	38.038	
6	Conexión oriente Tinguiririca									
	Tramo 1	I-111	7,356	0	183.900	0	0	0	183.900	
	Tramo 2	Apertura	4,952	0	123.800	0	0	17.827	141.627	
	Tramo 3	I-205	0,909	0	22.713	0	0	0	22.713	
	Tramo 4	I-301	0,990	0	24.750	0	0	0	24.750	
	Tramo 5	I-255	4,045	0	101.125	0	0	0	101.125	
	Tramo 6	Puente	0,148	0		0	0	0	0	1.439.520
	Tramo 7	I-45	9,259	0	231.475	0	0	0	231.475	
	Tramo 8	Puente	0,065	0		23.739	0	0	23.739	
	Tramo 9	I-451	2,750	0	68.750	0	0	0	68.750	
	Tramo 10	Apertura	22,428	0	560.700	0	0	80.741	641.441	
6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca									
		camino existente	9,790	0	244.750	4.920	0	35.244	284.914	738.281
		Apertura	15,852	0	396.300	0	0	57.067	453.367	
7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes									
	Tramo 1	Apertura	3,940	0	98.500	0	0	14.184	112.684	112.684
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario									
	Tramo 1	Apertura	2,088	0	52.200	0	0	7.517	59.717	
	Tramo 2	camino existente	0,983	0	24.575	0	0	3.539	28.114	275.645
	Tramo 3	Apertura	3,490	0	87.250	0	0	12.564	99.814	
	Tramo 4	H-460	3,009	0	75.225	0	0	0	75.225	

ID Proy	Nombre Proyecto	Rol	Longitud (Km)	Túnel (m)	Total Proyecto Vial (UF)	Costo Estructuras (UF)	Costo Total Túneles (UF)	Costo Expropiaciones (UF)	Costo Por Tramo (UF)	Costo Total (UF)
	Tramo 5	H-460	0,511	0	12.775	0	0	0	12.775	
7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5									
	Tramo 1	H-710	2,011	0	50.275	0	0	0	50.275	
	Tramo 2	S/R-H-710	1,823	0	45.575	0	0	0	45.575	286.975
	Tramo 3	S/R-H-710	3,091	0	77.275	0	0	0	77.275	
	Tramo 4	I-90-H	4,554	0	113.850	0	0	0	113.850	
	TOTAL		**11,479**	0						
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica									
	Tramo 1	I-86	15,013	0	2.101.820	0	0	0	2.101.820	2.101.820
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar									
	Tramo 1	H-40	19,037	0	475.925	0	0	0	475.925	475.925
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma									
	Tramo 1	I-226_I-198	13,167	0	329.175	0	0	0	329.175	
	Tramo 2	I-196	8,782	0	219.550	0	0	15.808	235.358	
	Tramo 3	S/R-I-106	2,806	0	70.150	0	0	0	70.150	946.749
	Tramo 4	S/R-I-106	4,979	0	124.475	0	0	0	124.475	
	Tramo 5	I-190	5,037	0	125.925	0	0	0	125.925	
	Tramo 6	I-190	2,301	0	57.525	0	0	4.142	61.667	
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90									
	Tramo 1	S/R-I-992	18,859	0	471.475	0	0	0	471.475	
	Tramo 2	Apertura	4,636	0	115.900	0	0	16.690	132.590	
	Tramo 3	S/R-I-152	3,537	0	88.425	0	0	6.367	94.792	
	Tramo 4	Apertura	2,035	0	50.875	0	0	7.326	58.201	976.412
	Tramo 5	I-152	6,539	0	163.475	0	0	0	163.475	
	Tramo 6	I-170	0,585	0	14.625	0	0	1.053	15.678	
	Tramo 7	I-182	0,678	0	16.950	0	0	0	16.950	
	Tramo 8	Apertura	0,813	0	20.325	0	0	2.927	23.252	
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones									
	Tramo 1	I-184	3,741	0	93.525	3.280	0	13.468	110.273	
	Tramo 2	I-410	7,476	0	186.900	0	0	0	186.900	1.260.935
	Tramo 3	S/R-I-410	8,410	0	210.250	0	0	30.276	240.526	
	Tramo 4	S/R-I-012	2,883	0	72.075	0	0	0	72.075	

ID Proy	Nombre Proyecto	Rol	Longitud (Km)	Túnel (m)	Total Proyecto Vial (UF)	Costo Estructuras (UF)	Costo Total Túneles (UF)	Costo Expropiaciones (UF)	Costo Por Tramo (UF)	Costo Total (UF)
	Tramo 5	S/R-I-016	1,589	0	39.725	0	0	0	39.725	
	Tramo 6	Apertura	1,704	0	42.600	0	0	6.134	48.734	
	Tramo 7	S/R-I-246	1,995	0	49.875	0	0	0	49.875	
	Tramo 8	I-218	4,758	0	118.950	0	0	17.129	136.079	
	Tramo 9	I-216	1,071	0	26.775	0	0	3.856	30.631	
	Tramo 10	I-526	1,350	0	33.750	0	0	4.860	38.610	
	Tramo 11	I-520	7,376	0	184.400	0	0	26.554	210.954	
	Tramo 12	Apertura	0,397	0	9.925	0	0	1.429	11.354	
	Tramo 13	I-72	0,510	0	12.750	0	0	0	12.750	
	Tramo 14	I-540	2,898	0	72.450	0	0	0	72.450	
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara									
		S/R-I-528	1,944	0	48.600	0	0	0	48.600	
		I-528	2,783	0	69.575	0	0	0	69.575	388.825
		I-530-J	10,826	0	270.650			0	270.650	
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica									
				0		29.110	0		335.360	
				0		29.110	0		29.110	
	Tramo 1	I-82	12,250	0	306.250	6.560	0	0	6.560	376.360
				0		5.330	0		5.330	
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno									
						5.125	0		955.585	
						5.904	0		5.904	
	Tramo 1	I-86_I-30-J	27,156	0	950.460	9.430	0	0	9.430	977.561
						6.642	0		6.642	
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30									
						6.150	0		7.380.790	
						4.428	0		4.428	
	Tramo 1	H-30	52,676	0	7.374.640	8.610	0	0	8.610	7.414.205
						15.006	0		15.006	
						5.371	0		5.371	
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada									
	Tramo 1	I-674	7,506	0	187.650	0	0	27.022	214.672	214.672
				0						
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil			0						

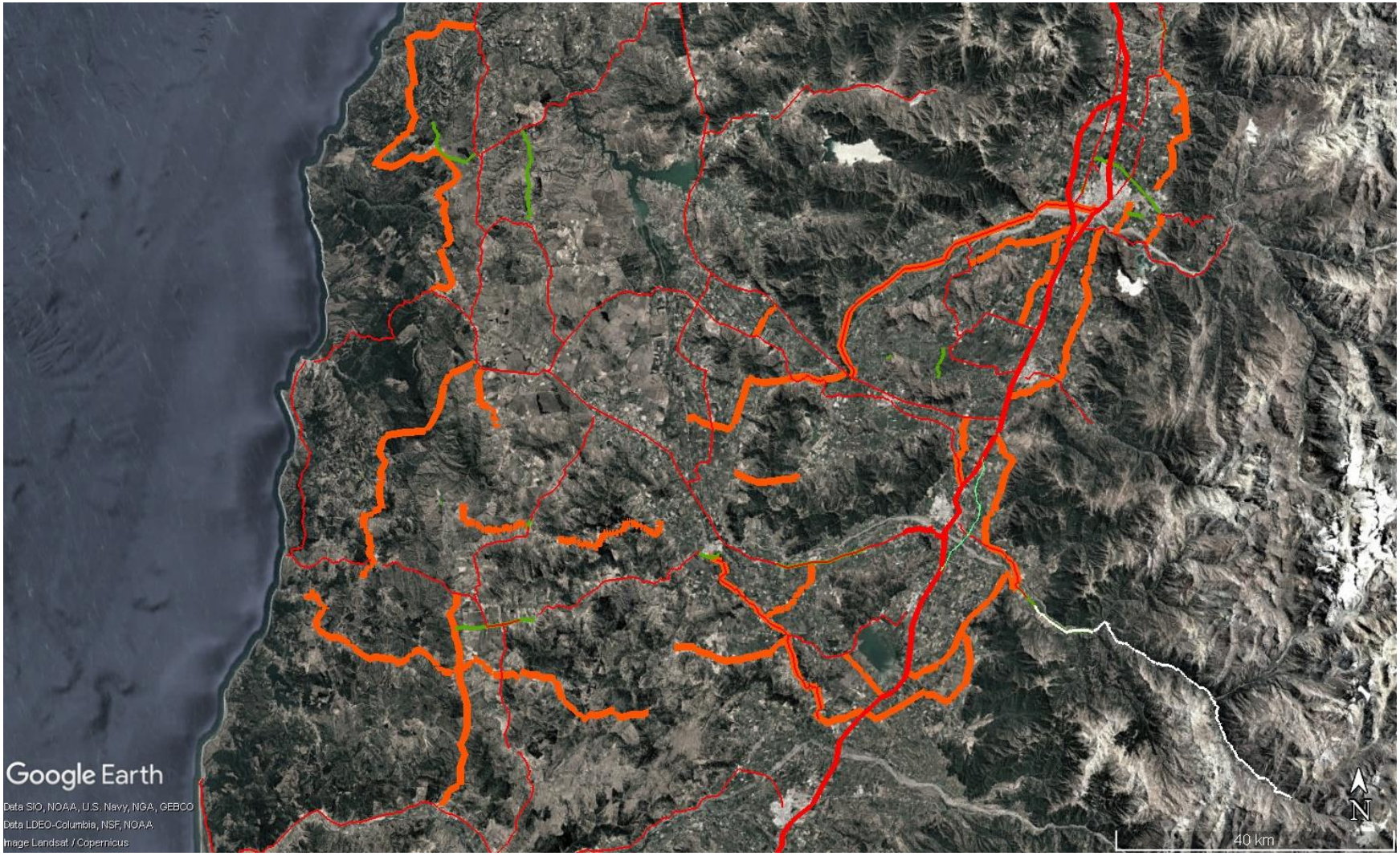
ID Proy	Nombre Proyecto	Rol	Longitud (Km)	Túnel (m)	Total Proyecto Vial (UF)	Costo Estructuras (UF)	Costo Total Túneles (UF)	Costo Expropiaciones (UF)	Costo Por Tramo (UF)	Costo Total (UF)
	Tramo 1	**I-650**	27,480	0	824.400	0	0	98.928	923.328	923.328
				0		0	0			
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque			0						
	Tramo 1	I-610	10,617	0	265.425			38.221	303.646	303.646
				0						
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	Apertura	7,104	0	177.600	0	0	25.574	203.174	222.399
		S/R-J-116	0,769	0	19.225	0	0	0	19.225	0
				0						
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones			0						
		I-776	2,973	0	74.325	6.478	0	0	80.803	
		I-776	5,082	0	127.050	0	0	0	127.050	459.378
		I-790	10,061	0	251.525	0	0	0	251.525	
				0						
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas			0						
		I-586	1,305	0	32.625	0	0	0	32.625	442.900
		S/R-I-776	16,411	0	410.275	0	0	0	410.275	
				0						
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén			0						
	Tramo 1	I-572	2,899	0	72.475	0	0	0	72.475	
	Tramo 2	I-570	8,873	0	221.825	2.665	0	0	224.490	426.693
	Tramo 3	I-580	2,432	0	60.800	0	0	4.378	65.178	
	Tramo 4	I-580	2,582	0	64.550	0	0	0	64.550	
25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional									
		I-566-J	12,581	0	314.525	0	0	0	314.525	499.700
		I-572	7,407	0	185.175	0	0	0	185.175	
				0						
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé			0						
	Tramo 1	I-568	3,350	0	83.750	0	0	6.030	89.780	
	Tramo 2	I-566-J	3,321	0	83.025	0	0	0	83.025	
	Tramo 3	S/R-I-564	5,799	0	144.975	0	0	0	144.975	904.995
	Tramo 4	I-576	2,125	0	53.125	0	0	3.825	56.950	
	Tramo 5	S/R-J-76-I	8,293	0	207.325	0	0	0	207.325	
	Tramo 6	s/rol	12,050	0	301.250	0	0	21.690	322.940	
27	Conexión Huique - Millahue									
	Tramo 1	s/rol	2,180	0	54.500	0	0	0	54.500	
	Tramo 2	Túnel	3,500	3.500		0	6.650.000	0	6.650.000	6.817.500
	Tramo 3	s/rol	4,520	0	113.000	0	0	0	113.000	

ID Proy	Nombre Proyecto	Rol	Longitud (Km)	Túnel (m)	Total Proyecto Vial (UF)	Costo Estructuras (UF)	Costo Total Túneles (UF)	Costo Expropiaciones (UF)	Costo Por Tramo (UF)	Costo Total (UF)
28	Conexión El Barco - Peumo									
	Tramo 1	S/R-I-356	1,003	0	25.075	0	0	0	25.075	
	Tramo 2	Apertura	2,732	0	68.300	45.100	0	9.835	123.235	
	Tramo 3	I-320-H	9,857	0	246.425	0	0	0	246.425	
	Tramo 4	I-320-H	1,349	0	33.725	0	0	2.428	36.153	
	Tramo 5	I-320-H	0,719	0	17.975	0	0	0	17.975	850.888
	Tramo 6	H-882	6,636	0	165.900	0	0	0	165.900	
	Tramo 7	H-76	5,513	0	137.825	0	0	0	137.825	
	Tramo 8	Apertura	3,222	0	80.550	0	0	11.599	92.149	
	Tramo 9	H-754	0,246	0	6.150	0	0	0	6.150	
29	Conexión Pichidegua – La Rosa									
	Tramo 1	sin rol	0,830	0	20.750	0	0	1.494	22.244	
	Tramo 2	Apertura	0,907	0	22.681	0	0	3.266	25.947	
	Tramo 3	Puente	0,417	0		205.000	0	0	205.000	376.494
	Tramo 4	Apertura	0,842	0	21.050	0	0	3.031	24.081	
	Tramo 5	H-926	2,999	0	74.975	0	0	10.796	85.771	
	Tramo 6	H-926	0,538	0	13.450	0	0	0	13.450	

Se considera un total de 544 km de calzada simple pavimentada, 68 km de doble calzada y 27 km de ampliación de capacidad con terceras pistas en sectores de cuesta, totalizando 670 km intervenidos. La inversión total en los proyectos incluidos alcanza a UF 32.924.506 (equivalentes a 1.264.851 MM$ a diciembre de 2024).

En la figura siguiente se muestra la extensión de los proyectos propuestos, cuyo detalle se incluye como Kmz en anexo.

FIGURA N° 10.4-34: PROYECTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS



Fuente: Elaboración propia

10.5 Riesgos antrópicos y ambientales

Esta tarea tiene como objetivo realizar una identificación y clasificación de los riesgos naturales que puedan afectar a las rutas en estudio.

El riesgo se define por la presencia de una amenaza de cualquier origen y la exposición de la población o de sus actividades a dicha amenaza. En la medida que se conozcan y se sistematicen las amenazas se puede minimizar sus efectos, ya sea modificando el emplazamiento de las actividades humanas o bien invirtiendo en obras que mitiguen sus consecuencias.

Para efectos del presente estudio se han considerados los siguientes riesgos naturales que puedan afectar las rutas que conforman los proyectos:

- Riesgo Geológico y sísmico (socavón, derrumbes, etc.)
- Riesgo Forestal (incendios)
- Riesgo Hidrológico (inundación, aludes)
- Riesgo volcánico

10.5.1 Caracterización geomorfológica y volcanismo

En el caso de la región de O'Higgins el relieve se caracteriza por la presencia de las cuatro unidades: Cordillera de los Andes, depresión intermedia, Cordillera de la Costa y planicies costeras.

La Cordillera de los Andes presenta una altitud que varía entre los 3.000 a 4.000 msnm y un ancho aproximado de 50 kilómetros. Además, muestra un marcado volcanismo, el cual se manifiesta en volcanes tales como el Tinguiririca (4.620 msnm) y El Palomo (4.860msnm).

El volcán Tinguiririca se ubica en la comuna de San Fernando; es un volcán de categoría III según el SERNAGEOMIN, ubicado en el N°50 del ránking de riesgo específico, siendo su última erupción importante el año 1917. El principal asentamiento en riesgo por este volcán son las Termas del Flaco.

A 63 km al sureste de la ciudad de Rancagua se localiza el volcán Palomo, que alcanza una altura de 4850 m sobre el nivel del mar. Está rodeado por extensos glaciares: Universidad, Cortaderal, Cipreses y Palomo Norte, los cuales son encajonados por la Sierra del Brujo. El principal peligro de una eventual actividad eruptiva sería la generación de lahares o aluviones

volcánicos afectando la cuenca del Cachapoal, pero con muy bajas probabilidades de alcanzar el valle Central[3].

La depresión intermedia, por otro lado, tiende a aumentar sus dimensiones en esta región y se presenta con formas planas generadas por el acarreo de materiales, principalmente de origen glacio-fluvio-volcánico, destacando la cuenca de Rancagua al norte de la región, que se extiende desde Angostura del Paine hasta Angostura de Pelequén por el sur, alcanzando una longitud de 60 kilómetros y un ancho aproximado de 25 kilómetros. Es atravesada por el estero Codegua, el río Cachapoal y el río Claro en Rengo al sur la depresión intermedia se abre hacia la provincia de Colchagua.

En el caso de la Cordillera de la Costa, ésta se presenta baja y de formas redondeadas que no alcanzan los 2.000 metros. Se abre paso por el valle de Peumo-Codao-Coltauco, para luego al sur de San Vicente de Tagua Tagua, frente a la ciudad de San Fernando, volver a retomar altura.

Hacia el poniente, las planicies litorales presentan gran extensión en el litoral al sur del estero Yali, en las cercanías del río Rapel, donde la costa es baja y permite el desarrollo de dunas y playas. Lo mismo sucede en Bucalemu y Pichilemu donde se presentan hasta tres niveles de terrazas.

Por último, en la región de O'Higgins, existen varias fallas geológicas, entre las que se destacan la falla de Pichilemu, la falla de El Fierro, entre otras.

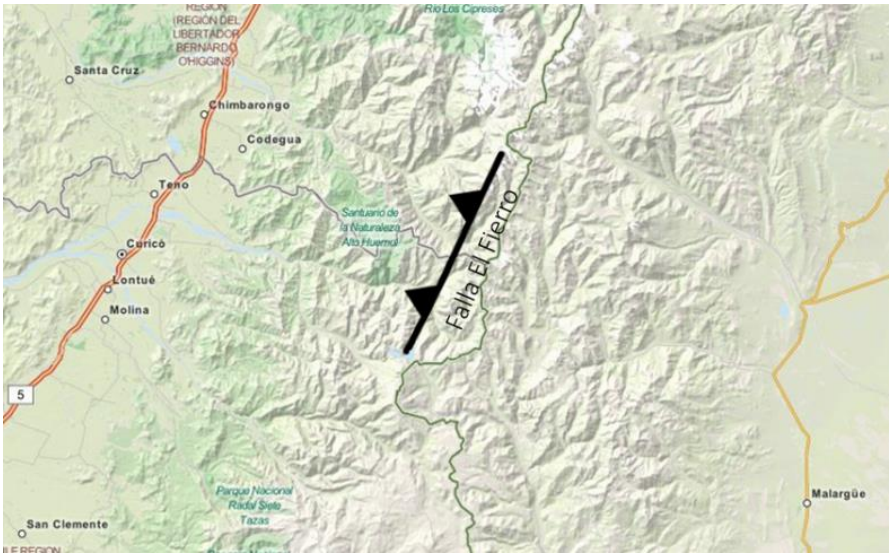
La **falla El Fierro** es una falla geológica cortical de tipo inversa ubicada en la cordillera andina en el límite de las regiones de O'Higgins y El Maule, asociada en forma bastante directa con la actividad volcánica, en especial con los volcanes Planchón Peteroa, Descabezado Grande, Cerro Azul y San Pedro – Pellado, así como las fuentes termales de Romeral, Termas del Flaco, San Pedro, Baño de las Yeguas y Llolli.

A esta falla se asocia al sismo del 28 de agosto de 2004 de una magnitud de Mw = 6.5. que se produjo a una profundidad de 5 km, lo cual dio lugar a una ruptura cercana a los 80 km y que activó la falla El Diablo, que provocó otro fuerte sismo el día 12 de septiembre del mismo año (5,4 Mw).[4]

[3] Bertin, D., & Orozco, G. (2015). Petrografía, geoquímica y peligros volcánicos de los volcanes Palomo y Tinguiririca, VI Región. In XIV Congreso Geológico Chileno, actas.

[4] https://fallasdechile.ing.uc.cl/fallas-por-zona/

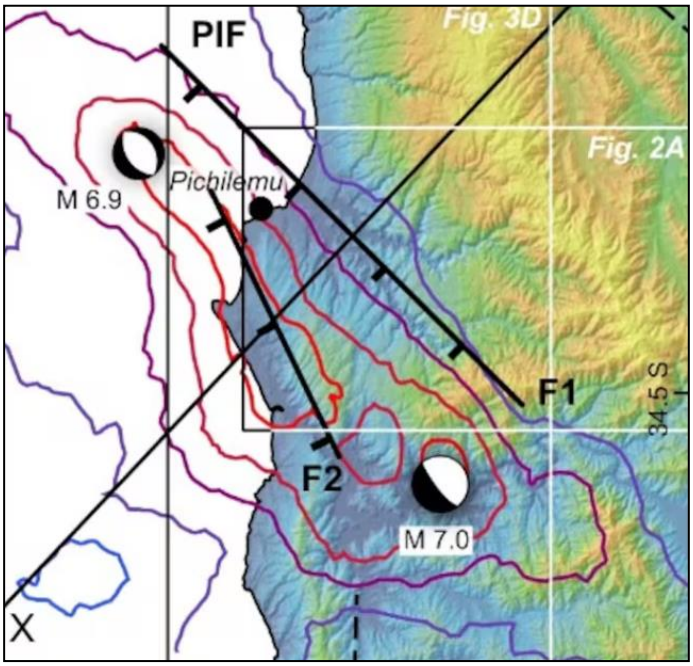
FIGURA N° 10.5-1: FALLA EL FIERRO



Fuente: [1] https://fallasdechile.ing.uc.cl/fallas-por-zona/

La falla **Pichilemu-Vichuquén** se ubica en la Cordillera de la Costa atravesando las localidades de Pichilemu y el Lago Vichuquén, tiene una profundidad de 15 km, una longitud de 40 km y 20 km de ancho. Se le asocia con el sismo del 11 de marzo del 2010, sucedido después del terremoto de febrero del 2010. Se le puede considerar una "falla ciega", que se activa después de grandes terremotos

FIGURA N° 10.5-2: FALLA PICHILEMU - VICHUQUÉN



Fuente: https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/provoco-el-terremoto-de-los-presidentes-los-desconocidos-detalles-de-la-falla-geologica-de-pichilemu/2264YQOYH5CSTJ243H2XEWQ6T4/

10.5.2 Aspectos Hidrográficos

En la región de O'Higgins están presentes 2 cuencas hidrográficas, la cuenca del río Rapel y la cuenca denominada Costeras Rapel – Estero Nilahue. La dos (2) cuencas hidrográficas principales presentan, a su vez, una serie de subcuencas, tal como se indica en el cuadro siguiente.

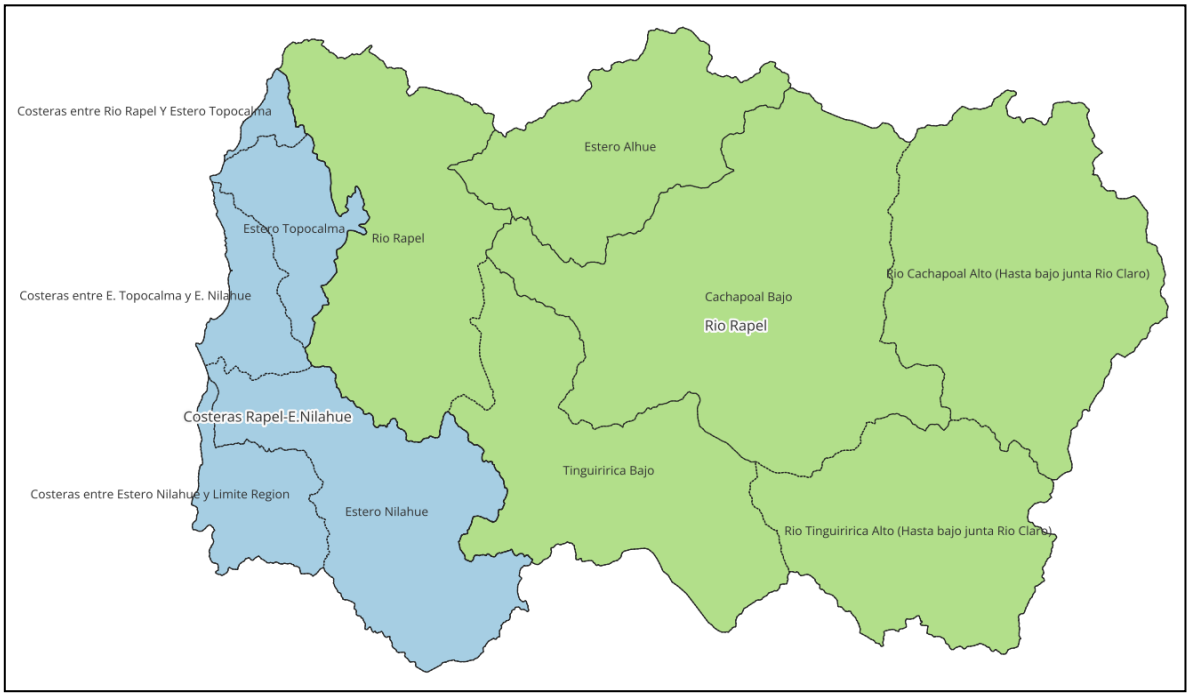
CUADRO 10.5-1: CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

NOMBRE CUENCA/SUBCUENCA	AREA KM^2
Cuenca del rio Rapel	
Rio Cachapoal Alto (Hasta bajo junta Rio Claro)	2.705
Cachapoal Bajo	3.594
Rio Tinguiririca Alto (Hasta bajo junta Rio Claro)	1.843
Tinguiririca Bajo	2.089
Estero Alhué	1.425
Rio Rapel	2.111
Costeras Rapel – Estero Nilahue	
Costeras entre Rio Rapel Y Estero Topocalma	106
Estero Topocalma	545
Costeras entre E. Topocalma y E. Nilahue	407
Estero Nilahue	1.776
Costeras entre Estero Nilahue y Limite región	562

Fuente: Inventario Público de Cuencas, DGA

En total, la región presenta un total de 58 subsubcuencas, que se distribuyen en las 2 cuencas hidrográficas principales.

FIGURA N° 10.5-3: CUENCAS Y SUBCUENCAS – REGIÓN DE O'HIGGNS



Fuente: Inventario Público de Cuencas, DGA

La principal cuenca hidrográfica de la región de O'Higgins corresponde al río Rapel, drenando una superficie total de 13.695 km^2. El río Rapel se forma de la unión de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, en el interior de la Cordillera de la Costa; la confluencia se encuentra inundada por las aguas del embalse Rapel, con una capacidad de 680 millones de m^3. El río Rapel desemboca en el mar, cerca del pueblo de Navidad, a través de un solo cauce de unos 60 m de ancho. En su recorrido, no recibe afluentes de importancia, siendo el de mayor significación el estero Alhué.

El río Cachapoal, cuya hoya compromete una superficie de 6.370 km^2 nace en el macizo andino, donde se le unen varios tributarios de importancia, de los cuales los principales son los ríos Las Leñas, Cortaderal, Los Cipreses y, el más importante, el río Pangal. En la depresión intermedia, en su margen norte se encuentra la ciudad de Rancagua.

El río Tinguiririca se forma en la cordillera de Los Andes de la confluencia de los ríos Las Damas y Azufre que vienen del norte. Desde su formación toma rumbo al WNW, se le une el Río Claro de Rengo y mantienen dicha dirección invariable por 56 km, hasta las

proximidades de la ciudad de San Fernando. Considerando el río del Azufre, la longitud del Tinquiririca asciende a 167 km y el área drenada a 4.730 km^2.[5]

La cuenca denominada Costeras Rapel – Estero Nilahue se localiza en el sector costero sur de la región, corresponde a una cuenca exorreica ubicada entre la entre la desembocadura del río Rapel y el sur del estero Nilahue.

La cuenca del Estero Nilahue drena gran parte de la zona costera entre la localidad de Cahuil por el norte y el estero Paredones por el sur, con una extensión aproximada de 1.770 km^2.

El estero Topocalma, por otro lado, es un curso natural de agua que nace en la cordillera de la Costa entre el sur de la cuenca inferior del río Rapel y la cuenca del estero Nilahue. El estero El Ganso es un tributario de la ribera norte del estero Tocopalma, unos 25 km antes de su desembocadura al mar. El estero Valle Hidango descarga sus aguas también en la ribera norte a unos pocos kilómetros de su desembocadura al mar. [6]

El estero Topocalma posee régimen pluvial con crecidas en los meses de pleno invierno. Su caudal medio anual es estimado en 0,27 m^3/s.

10.5.3 Aspectos climáticos y vegetacionales

En la región de O'Higgins predomina el clima templado mediterráneo, que en la costa se presenta nuboso, lo cual disminuye hacia el interior. Las precipitaciones son mayores en la costa y en la Cordillera de los Andes, debido al relieve que no deja entrada a los vientos húmedos oceánicos.

Según la clasificación de Koeppen en la región se presentan los siguientes tipos climáticos:

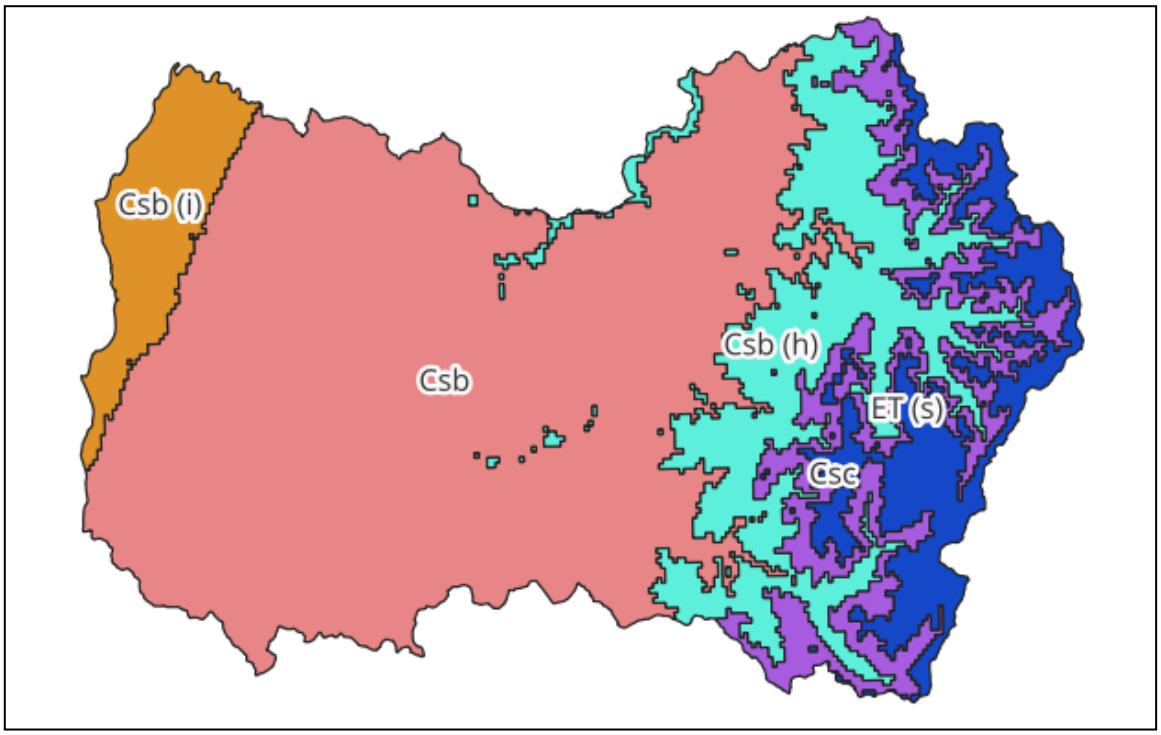
- Csb (Mediterraneo de Veranos Frescos): se presentan inviernos fríos o templados y veranos secos y frescos; la mayor parte de las lluvias caen en invierno, y se asocia al bosque mediterráneo. En la región se presentan 2 variantes adicionales de este tipo de clima; costero y de altura.

[5] DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD CUENCA DEL RIO RAPEL en https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Rapel.pdf

[6] GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE AGUAS EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DEL ACUIFERO DE NILAHUE INFORME TECNICO

- Csc: Según la clasificación de Köppen, entre 1 y 4 meses con promedio igual o mayor a 10 °C. Es un clima subalpino, frío, situado en latitudes medias casi subpolares y encontrado en pequeñas áreas de los Andes australes, en Chile y Argentina. Está ubicado a una altura intermedia entre el clima mediterráneo Csb y el alpino ETH.
- ET: Tundra: asociado a la cordillera de Los Andes; la temperatura media del mes más cálido está entre 0°C y 10°C. Sólo hay musgos y hierbas cuando la temperatura media supera los 0°C.

FIGURA N° 10.5-4: ZONAS CLIMÁTICAS – REGIÓN DE O'HIGGNS



Fuente: https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/download/8e85a12a-151d-31c0-9e7e-e356f92ece84

En la región de O´Higgins se desarrolla una vegetación arbustiva de "acacia caven" en la depresión intermedia, mientras que en la Cordillera de la Costa y de los Andes debido a la mayor humedad, se desarrolla un bosque esclerófilo de boldos y peumos; sobre los 1.400 msnm aparecen bosques de robles (nothofagus obliqua).

La vegetación natural se encuentra muy alterada y degradada por la acción humana; a modo de ejemplo, el matorral esclerófilo y la estepa de espino han sido intensamente explotados para la fabricación de carbón. También el bosque nativo de robles ha sido reemplazado por especies exóticas como el pino, álamos y eucaliptos, para la producción forestal y explotación de la madera.

Según el Catastro Vegetacional desarrollado por CONAF, la superficie regional se ocupa principalmente por los ecosistemas boscosos (bosque nativo y plantaciones) y los terrenos agrícolas.

CUADRO 10.5-2: USO DEL SUELO REGIÓN DE O'HIGGINS

Uso del Suelo	Región	
	Hectáreas	%
Áreas Urbanas e Industriales	41,139.0	2.5
Terrenos Agrícolas	396,377.5	24.3
Praderas y Matorrales	363,947.9	22.3
Ecosistemas Boscosos	590,238.7	36.1
Humedales	3,594.3	0.2
Áreas Desprovistas de Vegetación	185,398.8	11.3
Nieves Eternas y Glaciares	35,994.1	2.2
Cuerpos de Agua	17,772.7	1.1
Total, general (ha)	**1,634,463.0**	**100.0**

Fuente: CONAF 2020

10.5.4 Riesgos naturales y su ocurrencia en la Región de O'Higgins

El riesgo se define por la presencia de una amenaza de cualquier origen y la exposición de la población o de sus actividades a dicha amenaza. En la medida que se conozcan y se sistematicen las amenazas se puede minimizar sus efectos, ya sea modificando el emplazamiento de las actividades humanas o bien invirtiendo en obras que mitigen sus consecuencias.

En el caso de la región de O'Higgins los principales riesgos a los que se ha visto enfrentada en los últimos años se relacionan con la remoción en masa, los incendios forestales, las inundaciones y eventualmente las erupciones volcánicas.

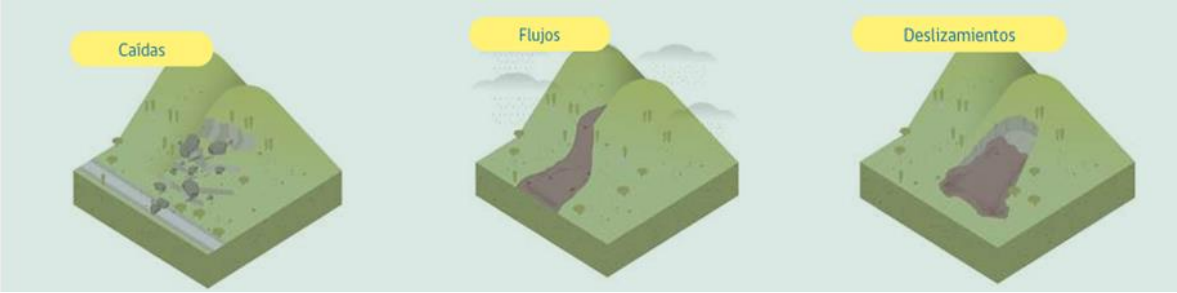
10.5.4.1 Ocurrencia histórica de Remociones en Masa e Inundaciones

Según el Servicio nacional de Geología y Minería (Sernageomin), las remociones en masa son procesos geológicos en que material baja de las laderas de los cerros o se moviliza por los cauces, debido a la acción de la gravedad. Existen distintos tipos de remociones en masa, que se diferencian por el material que arrastran (el cual puede ser rocas, suelo, troncos e incluso basura u otros objetos), por su velocidad (rápidos o lentos), por la forma en que se desplaza el material (fluidos o secos), el tamaño de los fragmentos, entre otras.

Los tipos de remociones en masa más comunes se observan en la siguiente figura, los cuales son:

A) Caída de rocas o derrumbe, asociado a un desprendimiento de material con poca fijación al suelo o la roca, que dependiendo de factores externos pueden movilizarse y caer a través de las laderas de las montañas;
B) Flujos, asociados a un rápido crecimiento del caudal del rio de montaña, lo cual aumenta drásticamente la capacidad de arrastre del flujo, lo que desencadena en un flujo con altas concentraciones de sedimento, gravas, y rocas de distintos tamaños que son transportadas por el flujo aguas abajo;
C) Deslizamiento, causado por la inestabilidad de un talud (corte artificial en la superficie) o ladera (natural). Se produce, en términos generales, cuando una masa de terreno se convierte en una zona inestable y por ello se desliza. El deslizamiento puede distinguirse según el tipo de material involucrado. Por ejemplo: desprendimiento de roca, deslizamiento de suelo, de detritos (fragmentos de roca), o de nieve (alud).

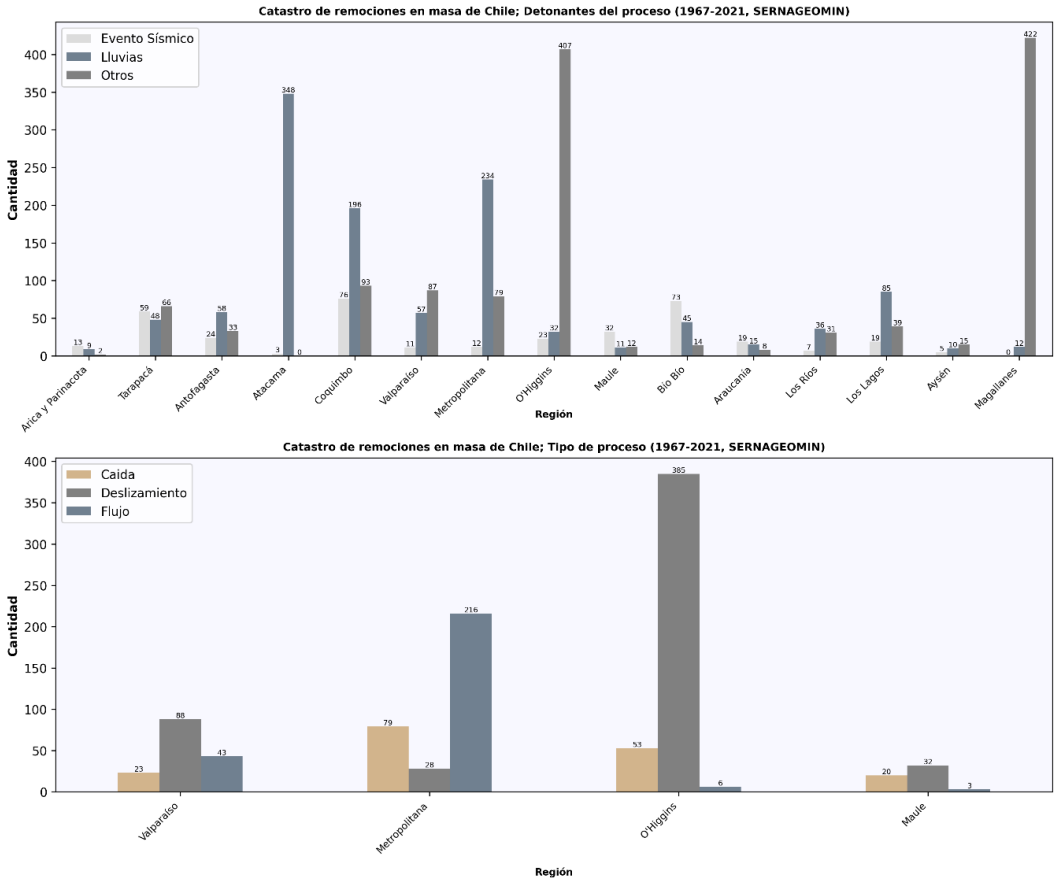
FIGURA N° 10.5-5: TIPOS DE REMOCIONES EN MASA



Fuente: Dípticos Región de los Ríos, Sernageomin

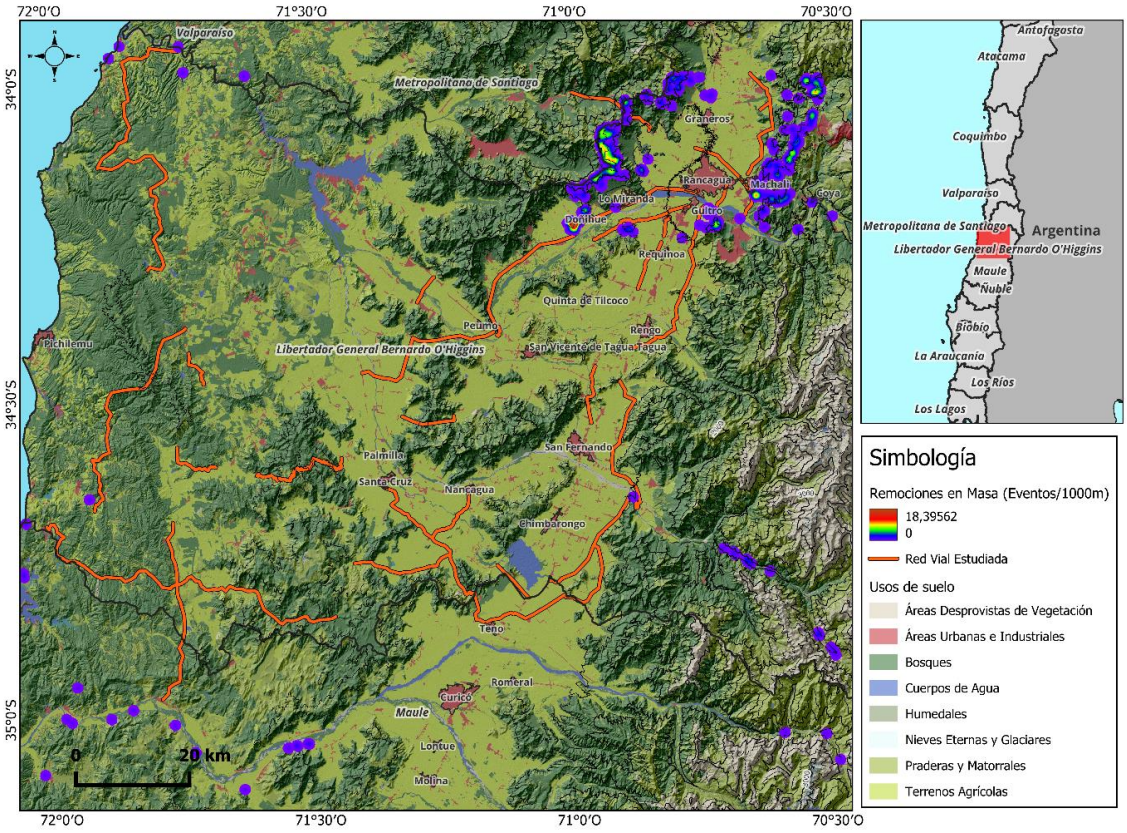
En Chile este tipo de procesos son comunes debido a la fuerte orografía que presenta su territorio, lo cual aumenta el riesgo de remoción en masa sobre los asentamientos humanos o infraestructuras relevantes que se encuentran en las cercanías de los cordones montañosos que existen en el país. Como se puede observar en la figura siguiente a nivel país, los principales detonantes de este tipo de riesgos están asociados a lluvias y actividad sísmica, siendo las Regiones de Atacama y Metropolitana las con mayor cantidad de eventos asociados a lluvias; Magallanes y O'Higgins son las regiones con la mayor cantidad de eventos de remociones en masa, sin embargo, no existe claridad de cual pudo haber sido el detonante.

FIGURA N° 10.5-6: CATASTRO DE REMOCIONES EN MASA DE CHILE Y REGIONES



Fuente Sernageomin

FIGURA N° 10.5-7: MAPA DE DENSIDAD DE EVENTOS DE REMOCIÓN EN MASA



Fuente: Elaboración Propia

La zona de estudio se encuentra en un área rodeada por la cordillera de los Andes al este y por la cordillera de la costa al oeste, lo que es un escenario propicio para generar eventos remoción en masa o flujos cargados con sedimento y rocas.

Como se puede observar en la figura anterior, la mayor cantidad de eventos de remociones en masa se encuentran alrededor de la Ciudad de Rancagua. En dicha zona existe un pronunciado relieve, encontrándose la ciudad en el valle que separa la Cordillera de la Costa con la Cordillera de los Andes, sin embargo, no existen grandes acumulaciones de este tipo de eventos en otros sectores, lo cual se puede deber a que efectivamente existe un menor riesgo de remociones en masa o que no fueron registrados y/o detectados en el pasado.

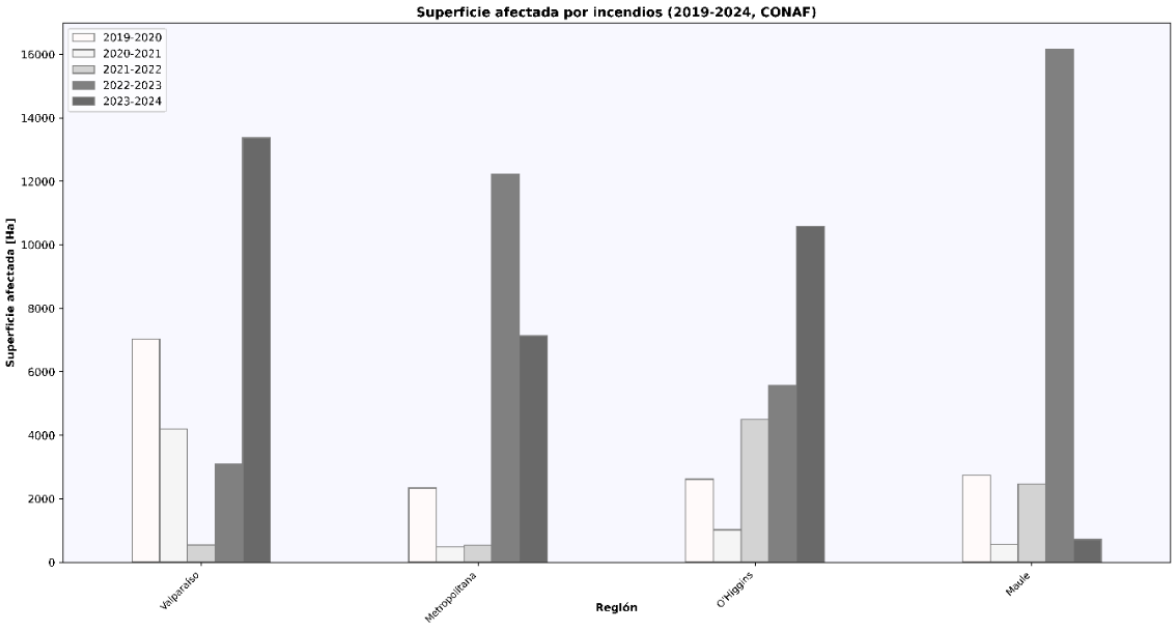
10.5.4.2 Ocurrencia histórica de Incendios Forestales en la región de O'Higgins

Los ecosistemas están sujetos a distintos tipos de disturbios, los cuales ocurren a diferentes escalas espaciales y temporales (Coppin *et al.,* 2004), siendo los incendios forestales uno de los más frecuentes (Altamirano et al., 2013). Este tipo de eventos tienen enormes impactos resultan en enormes pérdidas económicas debido a la quema de madera, disminución de la calidad del bosque, altos costos de supresión, efectos en el medio ambiente y los valores recreacionales, y ocasionalmente causando la pérdida de vidas humanas (Yadav & Kaushik, 2007; Altamirano, 2013).

En Chile los incendios forestales afectan a muchas regiones del país; las condiciones cambiantes del clima, la alta deforestación y reforestación con especies exóticas, aumento de la población y expansión de los asentamientos humanos (considerando también el aumento de incendios intencionales) ha influido en un aumento significativo de la cantidad de incendios y la magnitud de estos.

Las regiones centrales de Chile han sido escenarios de numerosos incendios de gran envergadura tal como se puede observar en la figura siguiente.

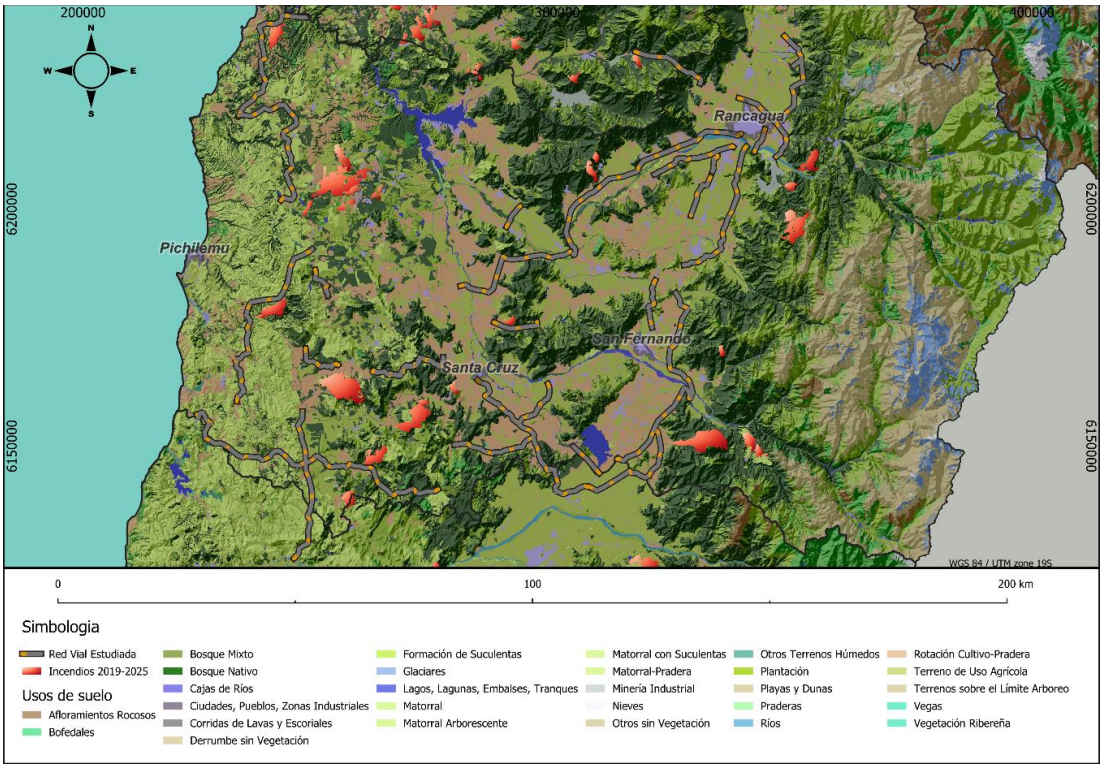
FIGURA N° 10.5-8: SUPERFICIE AFECTADA POR INCENDIOS EN REGIONES CENTRALES DE CHILE. 2019-2024



Fuente: CONAF

La distribución espacial de los incendios se puede observar en la figura siguiente.

FIGURA N° 10.5-9: DISTRIBUCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES REGIÓN DE O'HIGGINS. 2019-2024



Fuente: CONAF

Al observar la anterior figura se puede concluir que:

a) Se observa que los incendios de mayor extensión se encuentran en la cordillera de la costa, al oeste de la región. En este sector se puede apreciar una fuerte presencia de bosques de especies exóticas (Pino radiata, Eucaliptus nittens, entre otros), los cuales promueven condiciones favorables para la formación y propagación de incendios según varios autores (Promis, 2020; Uribe et al., 2020).
b) Los incendios ocurridos en la cordillera de Los Andes, al este de la región, presentan una menor superficie y menor cantidad de frecuencia que en la zona oeste de la región. Esto se debe a que en esta zona existe una mayor cantidad de bosques nativos en relación, los cuales tienen una propensión menor a desarrollar incendios.
c) En las zonas de valle no se presentaron incendios significativos, dado que en estos sectores se emplazan los cultivos agrícolas, praderas y ciudades, por lo cual existe una menor propensión a los incendios.

10.5.5 Análisis de los Componentes del riesgo

Para efectos del presente estudio se han considerados los siguientes riesgos naturales que puedan afectar las rutas que conforman los proyectos:

- Riesgo Geológico (socavón, derrumbes, etc)
- Riesgo Hidrológico (inundación, aludes)
- Riesgo Forestal (incendios)
- Riesgo Volcánico (corridas de lava, lahares, etc)

En el caso del riesgo geológico, que se manifiesta principalmente en fenómenos de remoción en masa, se consideran las variables pendientes, elevación, sustrato geológico, presencia de fallas geológicas y ocurrencia histórica.

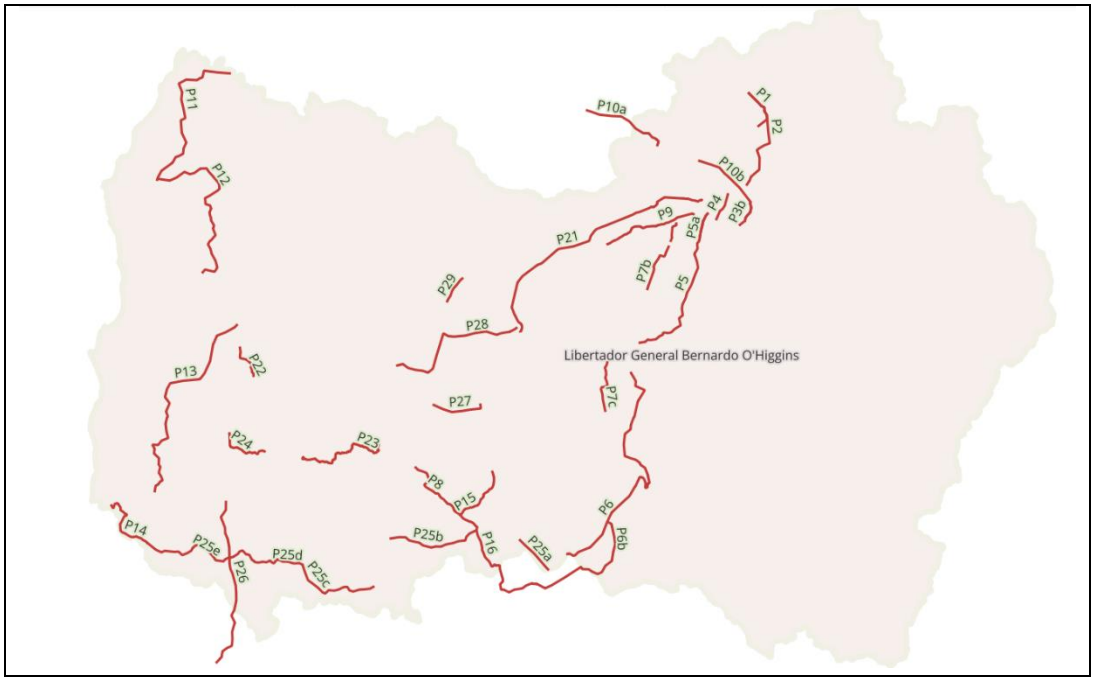
Para el riesgo hidrológico, que determina torrencialidad e inundaciones, se consideran las variables de configuración de las cuencas hidrográficas y la densidad de drenaje presentes en el área de estudio.

El riesgo de incendio forestal se analiza considerando las variables pendientes, cobertura vegetal ya sea de bosques y matorral y ocurrencia histórica de incendios forestales.

Por último, el riesgo volcánico se basa principalmente en la presencia de volcanes y su área de influencia.

Las rutas para analizar se presentan en la siguiente figura.

FIGURA N° 10.5-10: RUTAS CONSIDERADAS EN ANÁLISIS DE RIESGO



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 10.5-3: RUTAS EN ESTUDIO - REGIÓN DE O'HIGGINS

Proyecto	Nombre	Obras consideradas
P1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	Apertura
P2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	Apertura
P3	Conexión sur Machalí	Apertura
P3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	Apertura
P4	Conexión Cachapoal	Apertura
P5a	Conexión Sur Cachapoal	Apertura
P5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	Apertura
P6	Conexión oriente Tinguiririca	Apertura
P6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca	Mejoramiento
P7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	Apertura
P7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	Apertura
P7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	Pavimentación rutas existentes
P8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	Doble calzada
P9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	Doble calzada
P10a	Proyecto Conexión Alhué – Rancagua	Apertura
P10b	Proyecto Conexión Norte H-10 - Machalí	Apertura
P11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	Pavimentación rutas existentes
P12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	Pavimentación rutas existentes

P13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	Pavimentación rutas existentes
P14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	Pavimentación rutas existentes
P15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	Doble calzada
P16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	3as pistas cuesta
P21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	Doble calzada
P22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	Pavimentación rutas existentes
P23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	Pavimentación rutas existentes
P24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	Pavimentación rutas existentes
P25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	Apertura
P25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	Pavimentación rutas existentes
P25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	Pavimentación rutas existentes
P25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	Pavimentación rutas existentes
P25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	Pavimentación rutas existentes
P26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	Pavimentación rutas existentes
P27	Conexión Huique - Millahue	Apertura
P28	Conexión El Barco - Peumo	Apertura
P29	Conexión Pichidegua – La Rosa	Pavimentación rutas existentes

Fuente: Elaboración Propia

10.5.5.1 Análisis del Riesgo Geológico o de remoción en masa

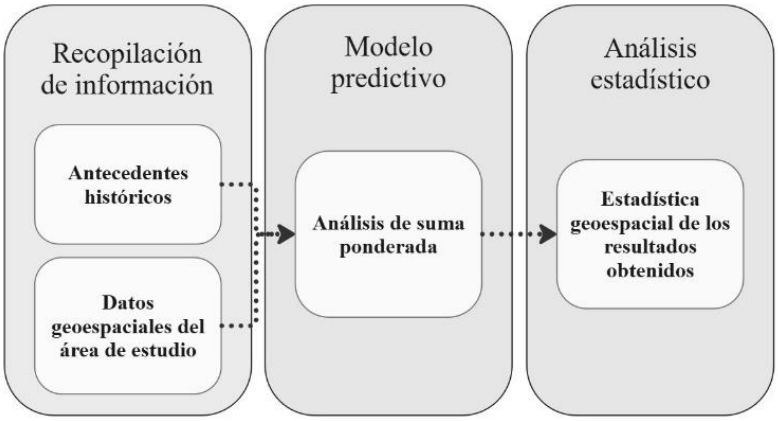
Para la evaluación del riesgo geológico se utiliza el análisis de susceptibilidad, el cual consiste en la probabilidad que tiene un territorio o zona de estudio a que ocurran eventos de remociones en masa o procesos similares (Brabb, 1984). En otras palabras, predice **donde** este tipo de eventos son más probables (Guzzetti et al., 2005).

En la literatura, existe confusión entre los términos susceptibilidad y amenaza de remociones en masa (Chacon et al.,2006; Guzzetti, 2006), entendiéndose como sinónimos cuando se refieren a procesos diferentes, dado que la susceptibilidad analiza la propensión de un área de estudio a que se generen riesgos (en base a sus condiciones geológicas, climáticas, geomorfológicas, entre otros), mientras el análisis de amenazas comúnmente apunta a obtener la probabilidad de ocurrencia de los eventos, mediante análisis probabilísticos

(Reichenbaug, 2018). En este sentido, en este informe se analiza la susceptibilidad a remociones en masa que tienen las rutas en estudio, en base a las condiciones geomorfológicas y ambientales de la zona de estudio. Cabe mencionar que este tipo de análisis no entrega las dimensiones o magnitud del proceso (Carrara, 1995).

El método de análisis de susceptibilidad utilizado será el de suma ponderada, siguiendo los pasos descritos en Reichenbach et al., 2018:

FIGURA N° 10.5-11: DIAGRAMA DE FLUJO DEL ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIONES EN MASA



a) Variables utilizadas

Las variables utilizadas para desarrollar el análisis de susceptibilidad corresponden a los antecedentes históricos de procesos de remoción en masa ocurridos en el área de estudio, así como también todos los datos geoespaciales relacionados a las regiones de O'Higgins, Metropolitana, Valparaíso y Maule (Modelos de elevación digital, pendiente, Geología, fallas geológicas y registros históricos).

Las fuentes utilizadas para estas variables son:

- ✓ Antecedentes históricos: Base de Datos del Sernageomin
- ✓ Modelos de elevación digital Alos Palsar (12.5x12.5m)
- ✓ Modelo Digital de Pendiente, extraídas del modelo de Elevación Digital ALOS PALSAR (12.5x12.5m)
- ✓ Geología: SERNAGEOMIN, Mapa Geológico escala 1:1.000.000
- ✓ Fallas geológicas: SERNAGEOMIN, Mapa Geológico escala 1:1.000.000

b) Modelo predictivo

La suma ponderada fue el análisis utilizado en este punto. Este modelo y sus variantes se han posicionado como una herramienta fundamental en la toma de decisiones y optimización de un gran número y variedad de campos del conocimiento; otorgando una aproximación directa

y flexible para una evaluación multicriterio de diferentes factores, lo cual lo hace muy útil tanto para estudios de ciencias sociales, ciencias de la tierra, ingenierías, entre otros (Williams & Cai, 2024). La fórmula clásica utilizada para este modelo es:

$$Analisis\ de\ suceptabilidad_{Por\ pixel} = (S_1 + E_1 + H_1 + G_1 + G_2)/5$$

Donde S_1 corresponde a la pendiente en grados, E_1 corresponde a la elevación en metros, H_1 a la presencia de eventos de remociones en masa en el pasado, mientras que G_1 y G_2 corresponden al tipo de geología general y la distancia a la falla respectivamente. Cada una de estas variables fueron clasificadas según su influencia sobre los procesos de remociones en masa, los cuales se explican en la tabla x. En ella se observan las ponderaciones que van de 1 (muy bajo) hasta 5 (muy alto), por lo que mientras mayor sea el valor mayor será su propensión a que existan procesos de remoción en masa.

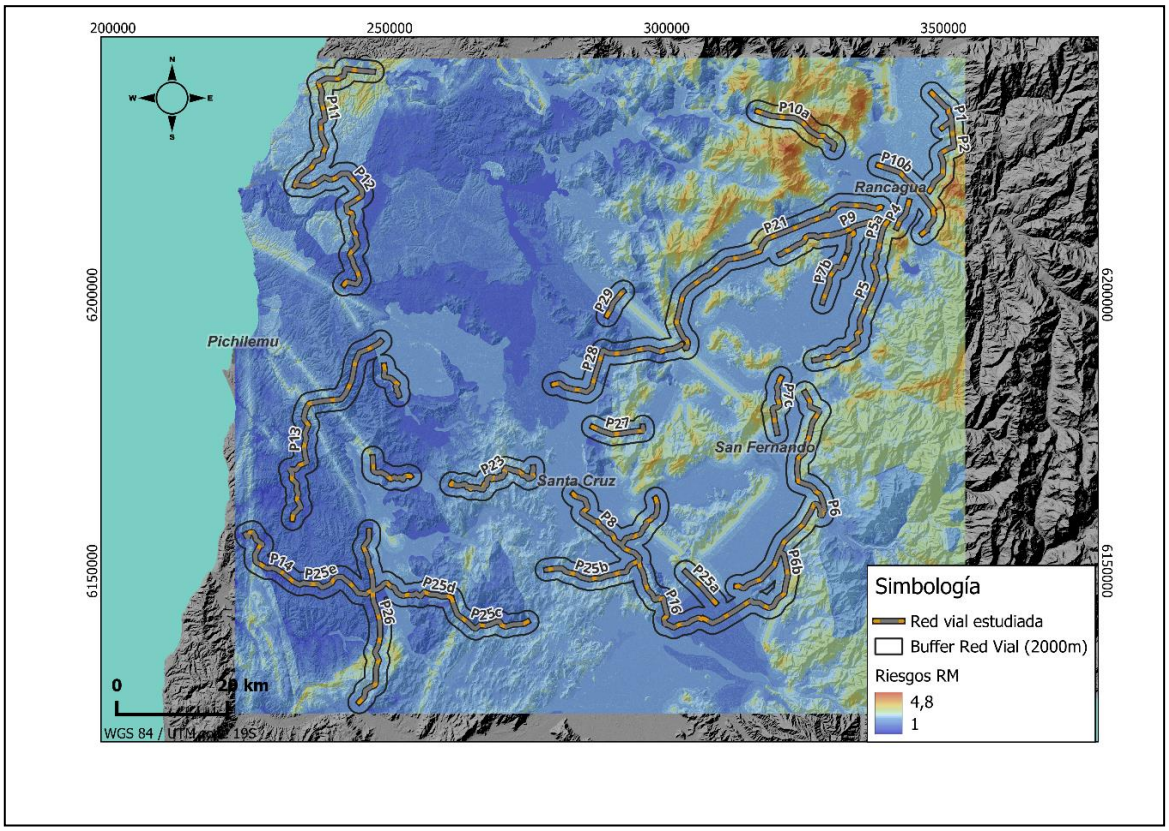
CUADRO 10.5-4: PONDERACIÓN DE FACTORES EXPLICATIVOS DE REMOCIONES EN MASA

Ponderación: Riesgos	***Pendiente [°]***	***Elevación [m]***	***Registro histórico [RM/2000m]***	***Geología -Tipo de rocas***	***Cercanía a falla [m]***
1-Muy bajo	0-3	0-50	0-1	Intrusivo	2000<
2-Bajo	3-7	50-100	1-2	Metamórficas	1000-2000
3-Medio	7-15	100-500	2-5	Volcánicas	1000-500
4-Alto	15-25	500-1000	5-10	volcánicas-Sedimentarias	500-250
5-Muy Alto	25<	1000<	10<	Sedimentarias	250>

c) Resultados

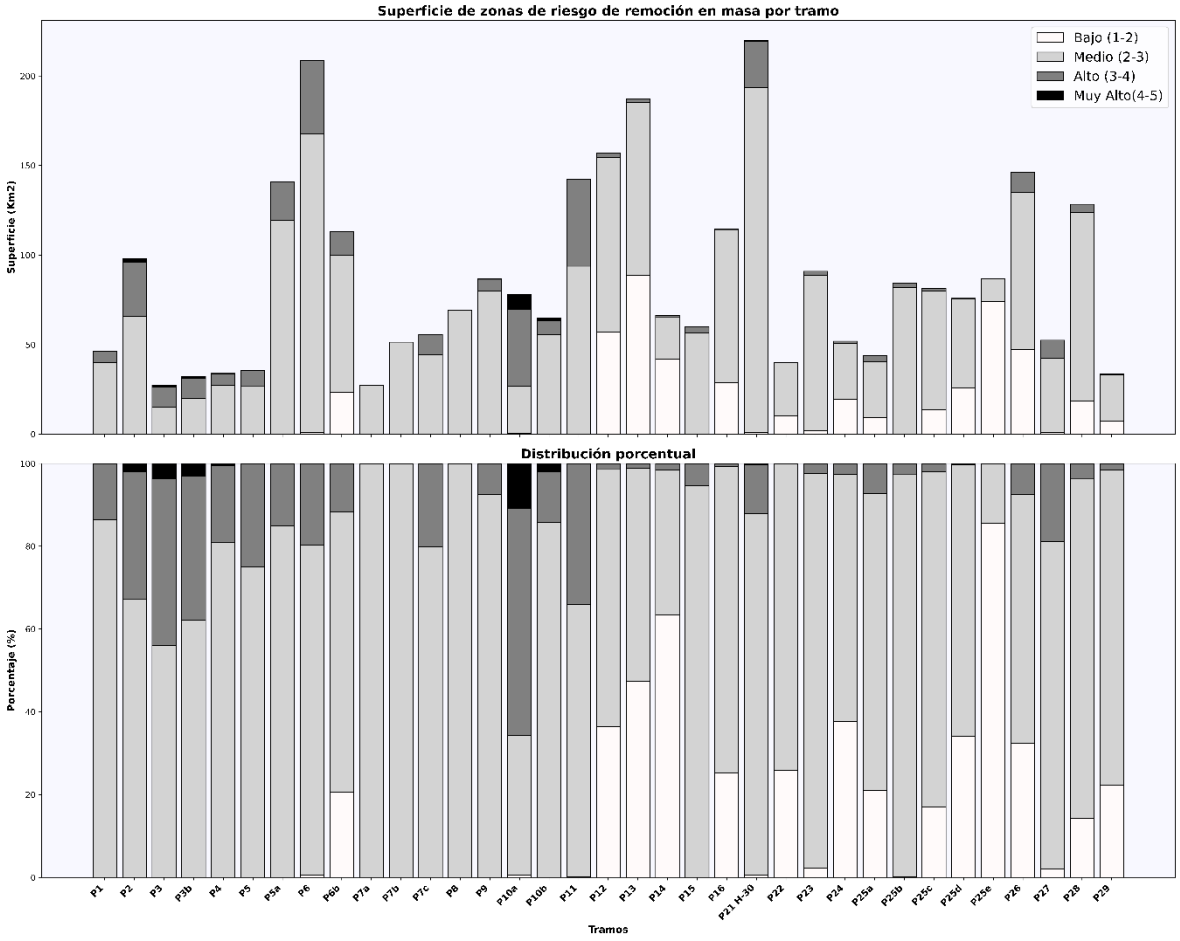
El análisis de suma ponderada se presenta en la figura siguiente, en la cual se pueden observar las zonas con una mayor propensión a remociones en masa.

FIGURA N° 10.5-12: ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDADAL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 10.5-13: RESULTADOS OBTENIDOS DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA DEFINICIÓN DE RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA



Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Los tramos no tienen una condición homogénea en riesgo, es decir, se pueden presentar zonas con valores bajos o medios en la mayoría del área de influencia estudiada, sin embargo, pueden presentar zonas con valores muy altos lo cual modifica su condición riesgo.
- ✓ Los tramos con una mayor propensión al riesgo de remociones en masa se encuentran en el valle donde se ubica Ciudad de Rancagua hasta la ciudad de San Fernando. Este valle se encuentra rodeado por la Cordillera de los Andes al Este y por el Cordón Montañoso de Cantillana al oeste. Esta ultimo presenta las zonas con valores más altos en el análisis de suma ponderada, lo cual lo posiciona como la zona con mayor riesgo ante eventos de remoción en masa. Cabe mencionar que, si bien las remociones afectan localmente, el recorrido en distancia que puedan tener este tipo procesos puede variar en función de las condiciones geomorfológicas del lugar.
- ✓ Los tramos que se encuentran en la cordillera de la Costa, al oeste de la región presentan valores intermedios, dado que no se presentan las mismas condiciones de

pendiente y altitud como sucede en los alrededores de Rancagua, lo cual explica la baja cantidad de registros históricos sobre el sector.

- ✓ Los tramos que se encuentran en zonas de valle presentan valores bajos de remoción en masa, dado que todos los variables morfológicas lo posicionan como sectores con un riesgo bajo a remociones en masa.

Los criterios definidos para clasificación final de las rutas en estudio son los siguientes:

- *Rutas con riesgo Alto de remoción en masa:* Presencia del 5% o más de zonas con riesgos a remoción en masa Alto o muy alto dentro del buffer de estudio.
- *Rutas con riesgo Medio de remoción en masa:* 50% o más de la superficie del buffer de la ruta con indicador de riesgo Medio, y que presenten zonas con indicador de riesgo Alto y Muy Alto menor al 5%.
- *Rutas con riesgo Medio de remoción en masa:* 50% o más de la superficie del buffer de la ruta con indicador de riesgo Bajo, y que presenten zonas con indicador de riesgo Alto y Muy Alto menor al 5%.

En el cuadro siguiente se presenta la clasificación de las rutas en estudio en cuanto a su nivel de riesgo de remoción en masa.

CUADRO 10.5-5: CLASIFICACIÓN DE RUTAS EN ESTUDIO DE ACUERDO A RIESGO GEOLÓGICO (REMOCIÓN EN MASA)

ID	Proyecto	Nombre	Obras consideradas	Distribución Porcentual (%) área buffer por riesgo			Clasificación Riesgo
				Bajo	Medio	Alto	
1	P1	Conexión La Punta de Codegua –	Apertura	0,0	86,3	13,7	Alto
2	P2	Conexión Oriente Codegua –	Apertura	0,0	67,1	32,9	Alto
3	P3	Conexión sur Machalí	Apertura	0,0	56,1	43,9	Alto
4	P3b	Conexión Machalí – Cachapoal	Apertura	0,0	62,1	37,9	Alto
5	P4	Conexión Cachapoal	Apertura	0,0	80,9	19,1	Alto
6	P5a	Conexión Sur Cachapoal	Apertura	0,0	75,0	25,0	Alto
7	P5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	Apertura	0,0	84,9	15,1	Alto
8	P6	Conexión oriente Tinguiririca	Apertura	0,5	79,8	19,7	Alto
9	P6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca	Mejoramiento	20,6	67,6	11,8	Alto
10	P7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	Apertura	0,0	100,0	0,0	Medio
11	P7b	Proyecto Conexión Las Mercedes	Apertura	0,0	100,0	0,0	Medio
12	P7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	Pavimentación rutas existentes	0,0	79,9	20,1	Alto

ID	Proyecto	Nombre	Obras consideradas	Distribución Porcentual (%) área buffer por riesgo			Clasificación Riesgo
				Bajo	Medio	Alto	
13	P8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	Doble calzada	0,0	99,9	0,1	Medio
14	P9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	Doble calzada	0,0	92,5	7,5	Alto
15	P10a	Proyecto Conexión Alhué – Rancagua	Apertura	0,5	33,8	65,8	Alto
16	P10b	Proyecto Conexión Norte H-10 - Machalí	Apertura	0,0	85,8	14,2	Alto
17	P11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	Pavimentación rutas existentes	0,2	65,7	34,1	Alto
18	P12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	Pavimentación rutas existentes	36,3	62,2	1,5	Medio
19	P13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	Pavimentación rutas existentes	47,3	51,6	1,2	Medio
20	P14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	Pavimentación rutas existentes	63,3	35,2	1,5	Bajo
21	P15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	Doble calzada	0,1	94,6	5,3	Alto
22	P16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	3as pistas cuesta	25,2	74,0	0,8	Medio
23	P21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	Doble calzada	0,6	87,4	12,0	Alto
24	P22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	Pavimentación rutas existentes	25,9	74,1	0,0	Medio
25	P23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	Pavimentación rutas existentes	2,3	95,3	2,4	Medio
26	P24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	Pavimentación rutas existentes	37,8	59,5	2,8	Medio
27	P25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	Apertura	21,0	71,7	7,3	Alto
28	P25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	Pavimentación rutas existentes	0,1	97,2	2,7	Medio
29	P25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	Pavimentación rutas existentes	16,9	81,1	1,9	Medio
30	P25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	Pavimentación rutas existentes	34,2	65,5	0,3	Medio
31	P25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	Pavimentación rutas existentes	85,6	14,4	0,0	Bajo
32	P26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	Pavimentación rutas existentes	32,5	60,0	7,5	Alto
33	P27	Conexión Huique - Millahue	Apertura	2,1	78,9	19,0	Alto
34	P28	Conexión El Barco - Peumo	Apertura	14,3	82,1	3,6	Medio

ID	Proyecto	Nombre	Obras consideradas	Distribución Porcentual (%) área buffer por riesgo			Clasificación Riesgo
				Bajo	Medio	Alto	
35	P29	Conexión Pichidegua – La Rosa	Pavimentación rutas	22,1	76,5	1,4	Medio

Fuente: Elaboración Propia

10.5.5.2 Análisis del riesgo de incendios

a) Método

Los incendios forestales representan una amenaza importante para la conectividad de una zona, ya que pueden generar un gran impacto a una gran distancia de su foco a través del humo y las cenizas. En este sentido, el análisis realizado en este proyecto busca identificar las zonas con una mayor propensión a incendios. Para estos fines se utilizó el Análisis de Suma Ponderada (ver sección 3.2), sin embargo, se utilizaron otras variables para su análisis, las cuales fueron:

- ✓ Modelo Digital de Pendiente, extraídas del modelo de Elevación Digital ALOS PALSAR (12.5x12.5m)
- ✓ Usos de suelo rasterizados, obtenidos a través de los Catastros de Uso de Suelo realizados por la CONAF
- ✓ Registro histórico rasterizado de incendios de los últimos 5 años, obtenido de las bases de datos de la CONAF

La suma ponderada fue el análisis utilizado en este punto, aunque en una versión resumida a la que se utilizó en la sección 3.2. La fórmula utilizada fue:

$$Analisis\ de\ suceptabilidad\ de\ incendios_{Por\ pixel} = (S_1 + U_1 + H_1)/3$$

Donde S_1 corresponde a la pendiente en grados, U_1 corresponde al tipo de Uso de suelo, H_1 a la presencia de eventos de incendios en el pasado. Cada una de estas variables fueron clasificadas según su influencia sobre los incendios, los cuales se explican en la tabla x. En ella se observan las ponderaciones que van de 1 (muy bajo) hasta 5 (muy alto), por lo que mientras mayor sea el valor mayor será su propensión a que existan procesos de remoción en masa.

CUADRO 10.5-6: PONDERACIÓN DE FACTORES EXPLICATIVOS DE INCENDIOS FORESTALES

Ponderación: Riesgos	*Pendiente [°]*	*Usos de suelo*	*Registro histórico [Distancia a incendios (metros)]*
1-Muy bajo	0-3	Sin vegetación (ríos, ciudad, etc)	>3000
2-Bajo	3-7	Vegetación reducida (Predios agrícolas)	2000-3000
3-Medio	7-15	Vegetación prominente con riesgo bajo (Bosque Nativo)	1000-2000
4-Alto	15-25	Vegetación prominente con riesgo medio (Matorrales y bosque mixto)	0-1000
5-Muy Alto	25<	Vegetación prominente con riesgo alto (Matorrales y bosque con plantaciones exóticas)	Zona de incendio

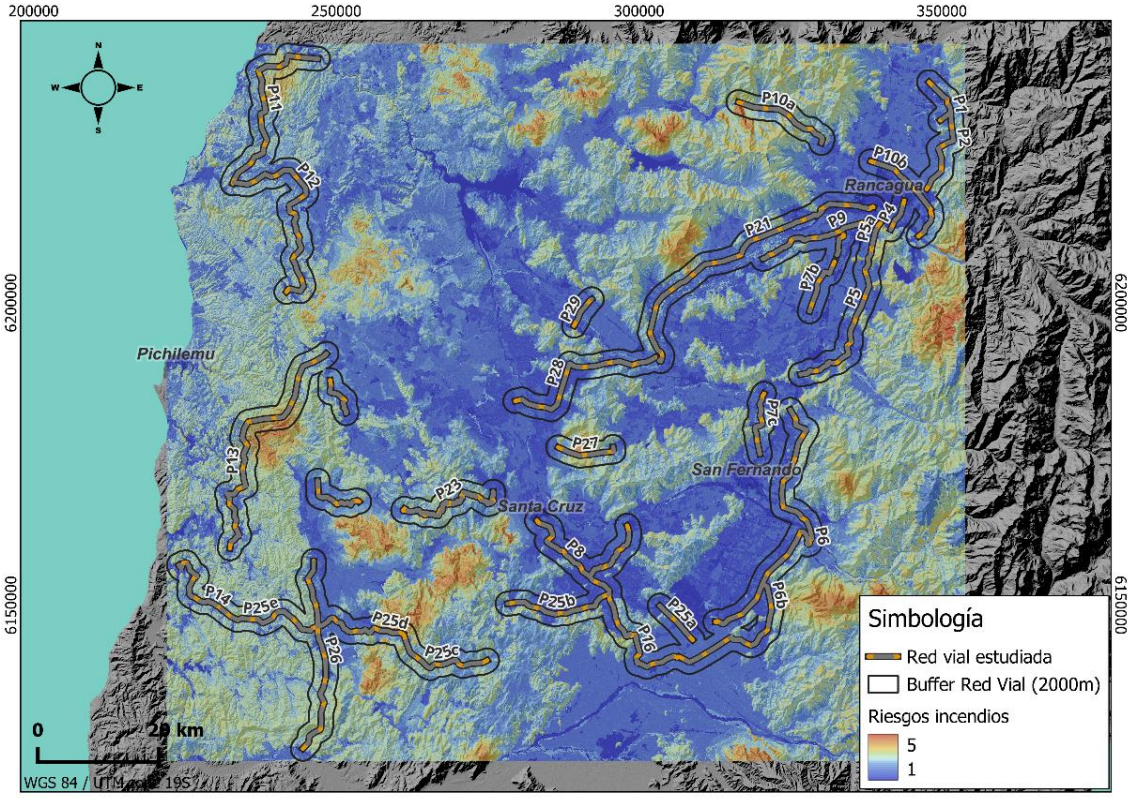
Fuente: Elaboración Propia

b) Resultados

El análisis de Suma Ponderada de Incendios se observa en la figura x. De este se puede mencionar que:

- Los tramos con mayores riesgos a incendios se observan principalmente en las zonas montañosas, tanto en la cordillera de la costa, Los Andes y el Cordón montañoso de Cantillana.
- En la cordillera de la costa (al oeste de la región), se observan las mayores extensiones con valores altos en riesgos de incendios. Esto es debido a que las altas pendientes, sumado a una fuerte presencia de plantaciones forestales de especies exóticas propician el desarrollo y propagación de los incendios.
- En los sectores de valle se presentan bajos valores de riesgo a incendios, básicamente porque no existe la suficiente cantidad de material vegetal para sostener un incendio. No obstante, esto no significa que no puedan generarse incendios por diferentes motivos, pero no equivalentes en magnitud a lo que sucede en los sectores con mayores índices.

FIGURA N° 10.5-14: ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDADAL RIESGO DE INCENDIOS DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

Los criterios definidos para clasificación de las rutas en estudio son los siguientes:

- *Rutas con riesgo Alto de incendios:* Presencia del 10% o más de zonas con riesgos a incendios Alto o muy alto dentro del buffer de estudio.
- *Rutas con riesgo Medio de incendios:* 50% o más de la superficie del buffer de la ruta con indicador de riesgo Medio, y que presenten zonas con indicador de riesgo Alto y Muy Alto menor al 10%.
- *Rutas con riesgo Medio de incendios:* 50% o más de la superficie del buffer de la ruta con indicador de riesgo Bajo, y que presenten zonas con indicador de riesgo Alto y Muy Alto menor al 10%.

CUADRO 10.5-7: CLASIFICACIÓN DE RUTAS EN ESTUDIO DE ACUERDO A RIESGO DE INCENDIO FORESTAL

ID	Proyecto	Nombre	Obras consideradas	Distribución Porcentual (%) área buffer por riesgo			Clasificación Riesgo
				Bajo	Medio	Alto	
1	P1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	Apertura	47,3	43,8	9,0	Bajo

ID	Proyecto	Nombre	Obras consideradas	Distribución Porcentual (%) área buffer por riesgo			Clasificación Riesgo
				Bajo	Medio	Alto	
2	P2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	Apertura	39,2	45,3	15,5	Alto
3	P3	Conexión sur Machalí	Apertura	41,5	46,2	12,3	Alto
4	P3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	Apertura	41,0	45,5	13,5	Alto
5	P4	Conexión Cachapoal	Apertura	70,5	15,5	14,0	Alto
6	P5a	Conexión Sur Cachapoal	Apertura	51,2	22,7	26,1	Alto
7	P5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	Apertura	58,5	25,4	16,1	Alto
8	P6	Conexión oriente Tinguiririca	Apertura	61,5	27,2	11,4	Alto
9	P6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca	Mejoramiento	63,6	28,6	7,9	Bajo
10	P7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	Apertura	78,3	21,7	0,0	Bajo
11	P7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	Apertura	73,3	26,3	0,4	Bajo
12	P7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	Pavimentación rutas existentes	56,7	29,8	13,5	Alto
13	P8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	Doble calzada	86,3	11,8	1,8	Bajo
14	P9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	Doble calzada	63,9	31,2	4,8	Bajo
15	P10a	Proyecto Conexión Alhué – Rancagua	Apertura	9,5	37,4	53,0	Alto
16	P10b	Proyecto Conexión Norte H-10 - Machalí	Apertura	77,0	20,8	2,2	Bajo
17	P11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	Pavimentación rutas existentes	11,7	48,9	39,4	Alto
18	P12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	Pavimentación rutas existentes	22,4	55,2	22,4	Alto
19	P13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	Pavimentación rutas existentes	8,6	30,2	61,3	Alto
20	P14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	Pavimentación rutas existentes	18,1	42,5	39,3	Alto
21	P15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	Doble calzada	84,1	13,8	2,1	Bajo
22	P16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	3as pistas cuesta	63,5	27,1	9,4	Bajo

ID	Proyecto	Nombre	Obras consideradas	Distribución Porcentual (%) área buffer por riesgo			Clasificación Riesgo
				Bajo	Medio	Alto	
23	P21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	Doble calzada	57,1	32,5	10,4	Alto
24	P22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	Pavimentación rutas existentes	36,9	47,5	15,6	Alto
25	P23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	Pavimentación rutas existentes	16,1	50,0	33,9	Alto
26	P24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	Pavimentación rutas existentes	21,2	62,2	16,7	Alto
27	P25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	Apertura	65,6	29,5	5,0	Bajo
28	P25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	Pavimentación rutas existentes	56,5	23,8	19,7	Alto
29	P25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	Pavimentación rutas existentes	4,6	58,0	37,4	Alto
30	P25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	Pavimentación rutas existentes	30,7	38,4	30,9	Alto
31	P25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	Pavimentación rutas existentes	13,2	45,3	41,5	Alto
32	P26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	Pavimentación rutas existentes	20,9	38,7	40,4	Alto
33	P27	Conexión Huique - Millahue	Apertura	14,5	37,0	48,6	Alto
34	P28	Conexión El Barco - Peumo	Apertura	64,8	27,4	7,8	Bajo
35	P29	Conexión Pichidegua – La Rosa	Pavimentación rutas existentes	57,8	30,6	11,6	Alto

Fuente: Elaboración Propia

10.5.5.3 Análisis del sistema hidrográfico

El análisis del riesgo hidrográfico tiene como objetivo conocer la torrencialidad y la velocidad de la escorrentía en el área de influencia de las rutas en estudio, la cual fue definida en un rango de 5 kilómetros a ambos costados (Buffer o área de influencia).

Se calcularon 2 indicadores que reflejan el riesgo hidrográfico, teniendo como base la distribución de las cuencas y subcuencas definidas por la Dirección de Aguas del Ministerio de Obras Públicas:

- Índice de Compacidad de Gravelius (Kc)
- Densidad de Drenaje (Dd)

El **Índice de Compacidad de Gravelius (Kc)** permite conocer la torrencialidad de un curso de agua, es decir la velocidad y energía que pudiera alcanza el caudal en caso de un fenómeno meteorológico importante. Fue aplicado a nivel de subsubcuenca, relacionando el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo teórico de área equivalente al de la cuenca.
$Kc = 0{,}282 * P / \sqrt{A}$

Este índice permite estimar el tiempo que tarda en llegar el agua desde la zona donde precipita hasta la desembocadura, es decir cuánto tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la desembocadura hasta la misma.

Un índice de compacidad cercano al valor 1 indica que la forma de la cuenca se asemeja a un círculo; por lo tanto, la peligrosidad de la cuenca a las crecidas es mayor, porque existe una equidistancia relativa de los puntos de la divisoria con respecto a uno central. Cuando estos valores se acercan progresivamente hasta 1,75, las cuencas tienden a ser alargadas.

Se consideraron los siguientes rangos:

NIVELES DE RIESGO INDICADOR GRAVELIUS	
Alto	Menos de 1,25
Medio	1,25
Bajo	1,75

Además, para el análisis hidrográfico se consideró otro indicador como es la **Densidad de Drenaje (Dd),** el cual es el parámetro que cuantifica el grado de desarrollo de un sistema hidrográfico y permite conocer su complejidad. Igualmente fue calculado a nivel de subcuenca, y se define como la relación entre la longitud total de los cursos de agua perennes, intermitentes y efímeros, de una cuenca y su propia área.

A mayor densidad de drenaje, el tiempo de escorrentía es menor, por lo cual se considera como otro indicador de peligrosidad.
$Dd = Lt / A$

Los rangos utilizados en este caso fueron:

NIVELES DE RIESGO DENSIDAD DRENAJE (KM/KM^2)	
Alto	Más de 3.5
Medio	3.5
Bajo	0.5

Ambos indicadores fueron calculados para un buffer de 5 kilómetros, en el cual se promedian de forma ponderada los indicadores obtenidos a nivel de subsubcuenca.

Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 10.5-8: RESULTADOS INDICADORES HIDROGRÁFICOS A NIVEL DE RUTA)

ID	Ruta	Proyecto	Carpeta	Gravelius	Nivel Indicador Gravelius	Densidad drenes (km/km^2)	Nivel Indicador Dens. Drenaje	Ind. Final
1	P1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	Apertura	1.5	Medio	0.31	Bajo	Medio
2	P2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	Apertura	1.4	Medio	0.33	Bajo	Medio
3	P3	Conexión sur Machalí	Apertura	1.6	Medio	0.41	Bajo	Medio
4	P3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	Apertura	1.6	Medio	0.41	Bajo	Medio
5	P4	Conexión Cachapoal	Apertura	1.6	Medio	0.42	Bajo	Medio
6	P5a	Conexión Sur Cachapoal	Apertura	1.7	Medio	0.44	Bajo	Medio
7	P5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	Apertura	1.6	Medio	0.38	Bajo	Medio
8	P6	Conexión oriente Tinguiririca	Apertura	1.5	Medio	0.53	Medio	Medio
9	P6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca	Mejoramiento	1.5	Medio	0.45	Bajo	Medio
10	P7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	Apertura	1.7	Medio	0.40	Bajo	Medio
11	P7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	Apertura	1.7	Medio	0.30	Bajo	Medio
12	P7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	Pavimentación rutas existentes	1.4	Medio	0.42	Bajo	Medio

ID	Ruta	Proyecto	Carpeta	Gravelius	Nivel Indicador Gravelius	Densidad drenes (km/km^2)	Nivel Indicador Dens. Drenaje	Ind. Final
13	P8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	Doble calzada	2.1	Bajo	0.46	Bajo	Bajo
14	P9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	Doble calzada	1.7	Medio	0.42	Bajo	Medio
15	P10a	Proyecto Conexión Alhué – Rancagua	Apertura	1.4	Medio	0.30	Bajo	Medio
16	P10b	Proyecto Conexión Norte H-10 - Machalí	Apertura	1.4	Medio	0.37	Bajo	Medio
17	P11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	Pavimentación rutas existentes	1.6	Medio	0.87	Medio	Medio
18	P12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	Pavimentación rutas existentes	1.7	Medio	0.65	Medio	Medio
19	P13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	Pavimentación rutas existentes	1.7	Medio	0.67	Medio	Medio
20	P14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	Pavimentación rutas existentes	1.7	Medio	0.81	Medio	Medio
21	P15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	Doble calzada	1.9	Bajo	0.47	Bajo	Bajo
22	P16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	3as pistas cuesta	1.8	Bajo	0.32	Bajo	Bajo
23	P21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	Doble calzada	1.6	Medio	0.43	Bajo	Medio
24	P22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	Pavimentación rutas existentes	1.5	Medio	0.43	Bajo	Medio
25	P23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	Pavimentación rutas existentes	1.9	Bajo	0.54	Medio	Medio
26	P24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	Pavimentación rutas existentes	1.8	Bajo	0.66	Medio	Medio
27	P25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	Apertura	1.8	Bajo	0.31	Bajo	Bajo
28	P25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	Pavimentación rutas existentes	1.8	Bajo	0.43	Bajo	Bajo

ID	Ruta	Proyecto	Carpeta	Gravelius	Nivel Indicador Gravelius	Densidad drenes (km/km^2)	Nivel Indicador Dens. Drenaje	Ind. Final
29	P25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	Pavimentación rutas existentes	1.6	Medio	0.51	Medio	Medio
30	P25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	Pavimentación rutas existentes	1.6	Medio	0.54	Medio	Medio
31	P25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	Pavimentación rutas existentes	1.7	Medio	0.73	Medio	Medio
32	P26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	Pavimentación rutas existentes	1.6	Medio	0.44	Bajo	Medio
33	P27	Conexión Huique - Millahue	Apertura	1.3	Medio	0.42	Bajo	Medio
34	P28	Conexión El Barco - Peumo	Apertura	1.5	Medio	0.42	Bajo	Medio
35	P29	Conexión Pichidegua – La Rosa	Pavimentación rutas existentes	1.5	Medio	0.50	Bajo	Medio

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la mayor parte de las rutas en estudio presentan un riesgo hidrográfico medio, sin presentarse ninguna ruta con riesgo de nivel alto.

10.5.5.4 Riesgo Volcánico

El riesgo volcánico presente en prácticamente en todo territorio nacional se manifiesta con una serie de procesos destacándose los flujos de lavas, los lahares, los piroclastos, las bombas, las columnas eruptivas, la caída de cenizas, el flujo piroclástico, las avalanchas volcánicas y los gases.[7]

[7] FLUJO DE LAVA: la lava es un fluido viscoso formado por roca fundida, gases disueltos y fragmentos de cristales y rocas. LAHAR: flujo de detritos constituido por una gran descarga de fragmentos volcánicos, cuyo agente de transporte es el agua PIROCLASTOS: es el material incandescente fragmentado que emiten los volcanes durante las erupciones explosivas BOMBAS: corresponde a un tipo de piroclastos, mayor a 64 mm de diámetro, eyectado con trayectoria balística o parabólica desde el cráter del volcán. COLUMNA ERUPTIVA: mezcla de piroclastos y gases de alta temperatura, formada durante erupciones explosivas, que asciende sobre el centro de emisión y se inyecta en la atmosfera hasta alcanzar un nivel de equilibrio a varios kilómetros de altura sobre el volcán. CAÍDA DE CENIZA: lluvia de piroclastos proveniente desde columnas eruptivas y penachos volcánicos. FLUJO PIROCLÁSTICO: nube o corriente densa formada por piroclastos (desde algunos milímetros a varios metros) y gases, que se desplaza por las laderas de un volcán y principalmente a lo largo de depresiones topográficas. AVALANCHA VOLCÁNICA: corresponde a una avalancha de detritos volcánicos formada por el colapso parcial o total de un edificio. GASES: los magmas contienen cantidades variables de gases disueltos (volátiles) que se mantienen en la roca fundida por presión de confinamiento.

La ONEMI define un radio máximo de **30 km** en los planes de emergencia volcánica con el fin de evacuar las zonas afectadas.

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) definió un ranking de los 92 volcanes activos existentes en Chile, clasificándolos en 5 grupos de acuerdo a su nivel de riesgo:

- **Nivel 1:** Sistemas volcánicos con nivel muy alto de riesgo específico y/o sistemas volcánicos con actividad volcánica reciente
- **Nivel 2:** Sistemas volcánicos con nivel alto de riesgo específico y/o sistemas volcánicos con actividad anómala reciente
- **Nivel 3:** Sistemas volcánicos con nivel intermedio de riesgo específico y/o sistemas volcánicos con actividad nivel bajo de riesgo específico, pero con nivel de peligrosidad o exposición sobre el valor promedio total
- **Nivel 4:** Sistemas volcánicos con nivel bajo de riesgo específico
- **Nivel 5:** Sistemas volcánicos con nivel muy bajo de riesgo específico; sin evidencia comprobada de actividad holocena o escasos antecedentes pero con morfología volcánica fresca; sin actividad holocena, pero con manifestaciones geotermales extendidas.

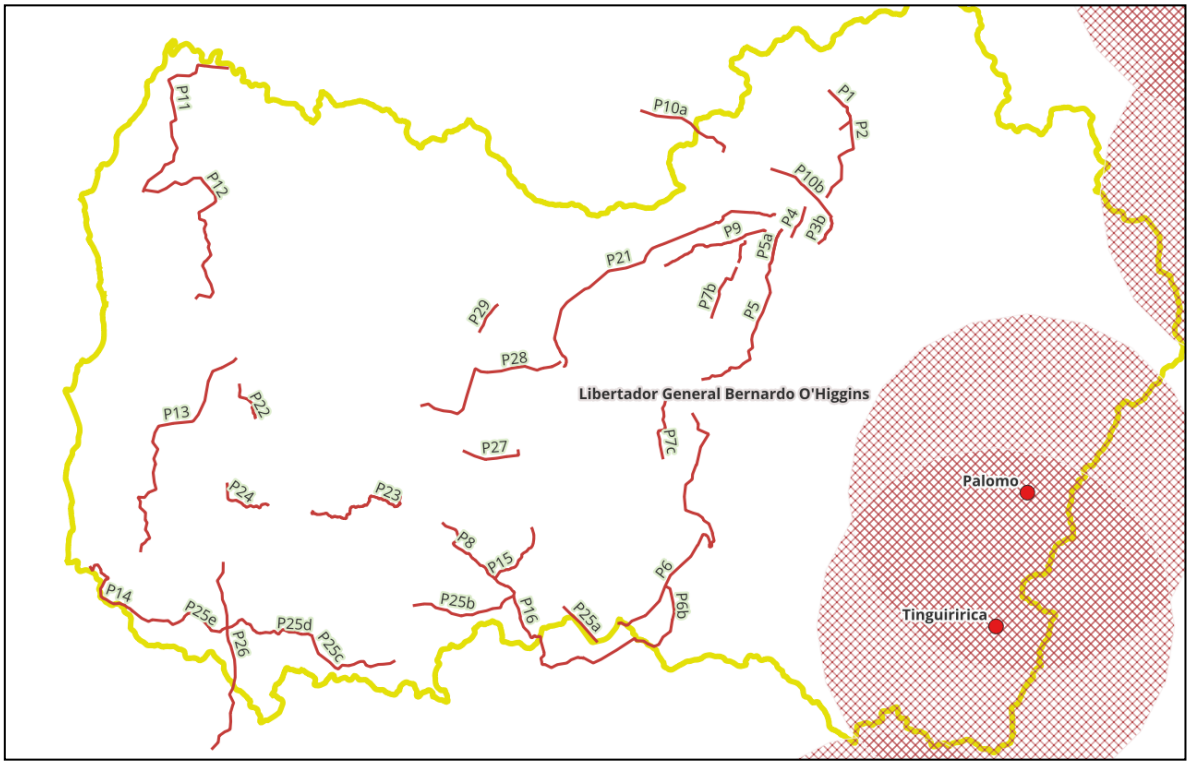
En base al listado de volcanes activos definido por el –Sernageomin se definió un buffer de 30 km en torno a cada volcán, y mediante el procesamiento SIG se identificó la vialidad que se afectaría por una eventual erupción.

Los criterios o rangos utilizados se definieron en este caso de acuerdo al emplazamiento de la vialidad en el área de influencia de un volcán, clasificándose en 3 niveles:

- Nivel Bajo: cuando el camino se emplaza en una zona sin presencia de volcanes
- Nivel Medio: cuando el camino de emplaza en una zona con 1 o más volcanes de niveles de riesgo 3, 4 o 5
- Nivel Alto: cuando el camino de emplaza en una zona con 1 o más volcanes de niveles de riesgo 1 o 2

Para el presente estudio, y considerando las rutas analizadas, al aplicar esta metodología ninguna de las rutas analizadas se localiza en el área de influencia de los volcanes ubicados en la región (Tinguiririca y El Palomo)

FIGURA N° 10.5-15: VOLCANES REGIÓN DE O'HIGGINS

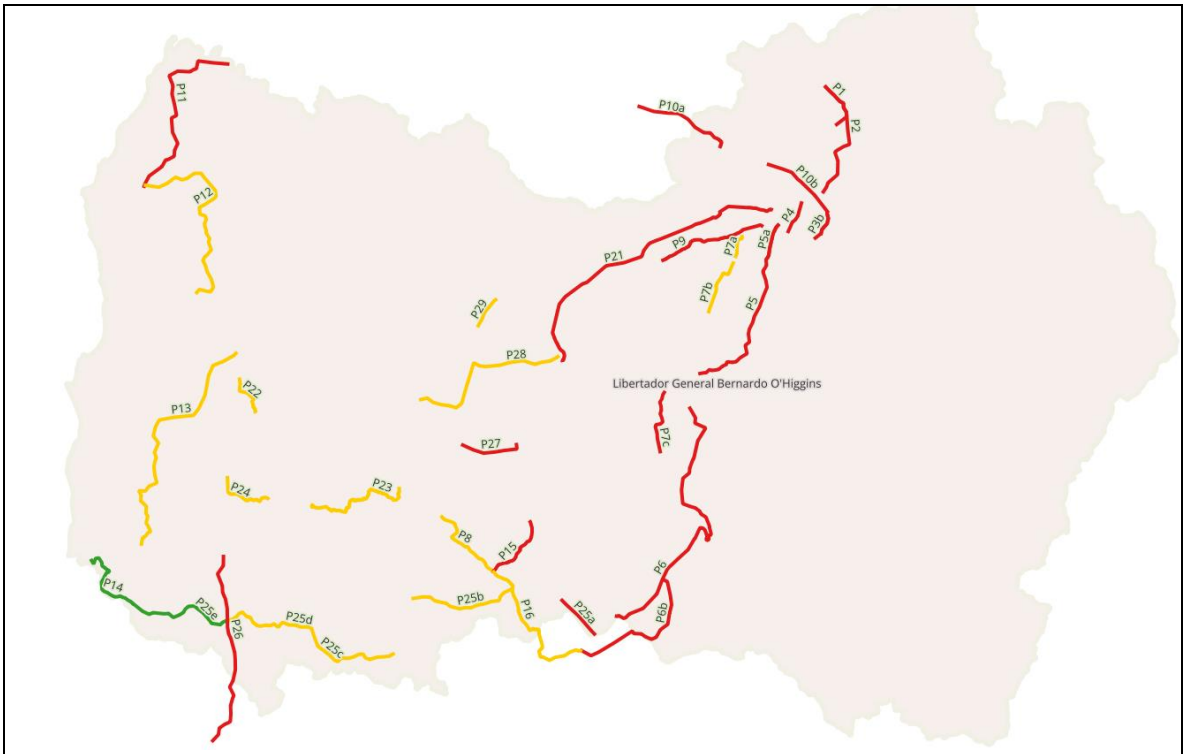


Fuente: Elaboración Propia

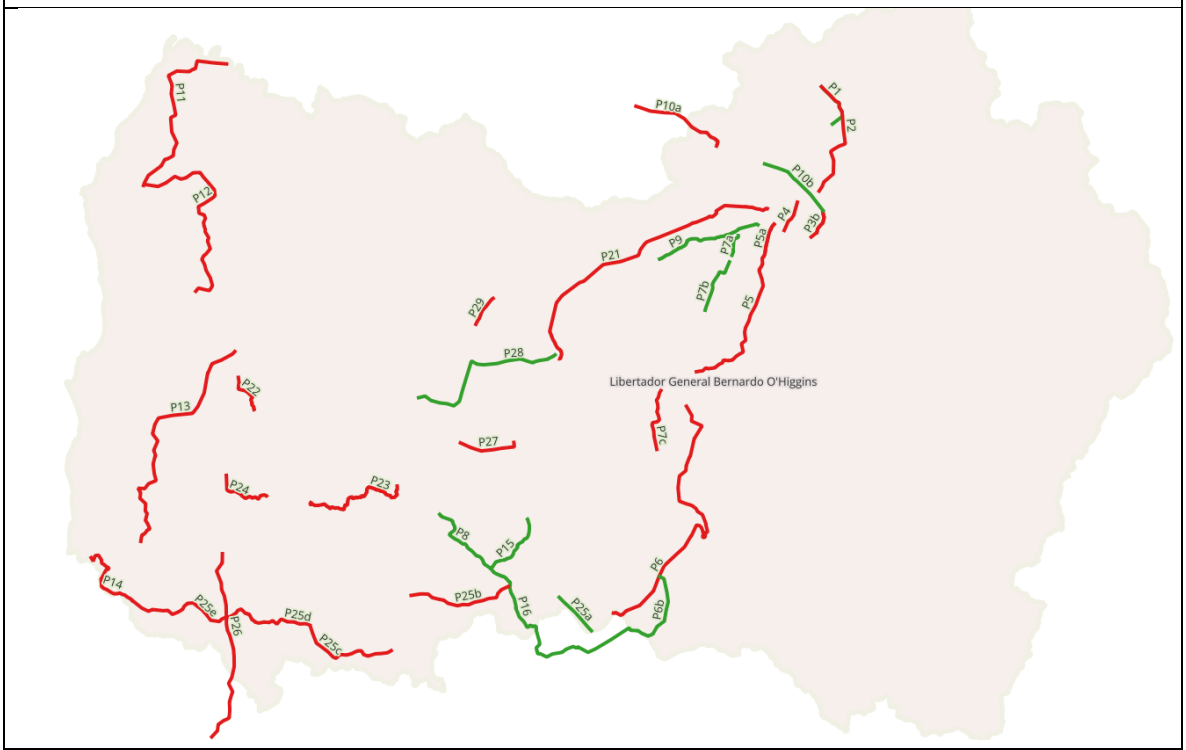
10.5.6 Síntesis Final

A continuación, se presenta el resultado de la aplicación de la metodología en formato gráfico a fin de observar las rutas que presentan mayor riesgo potencial para cada una de las variables analizadas.

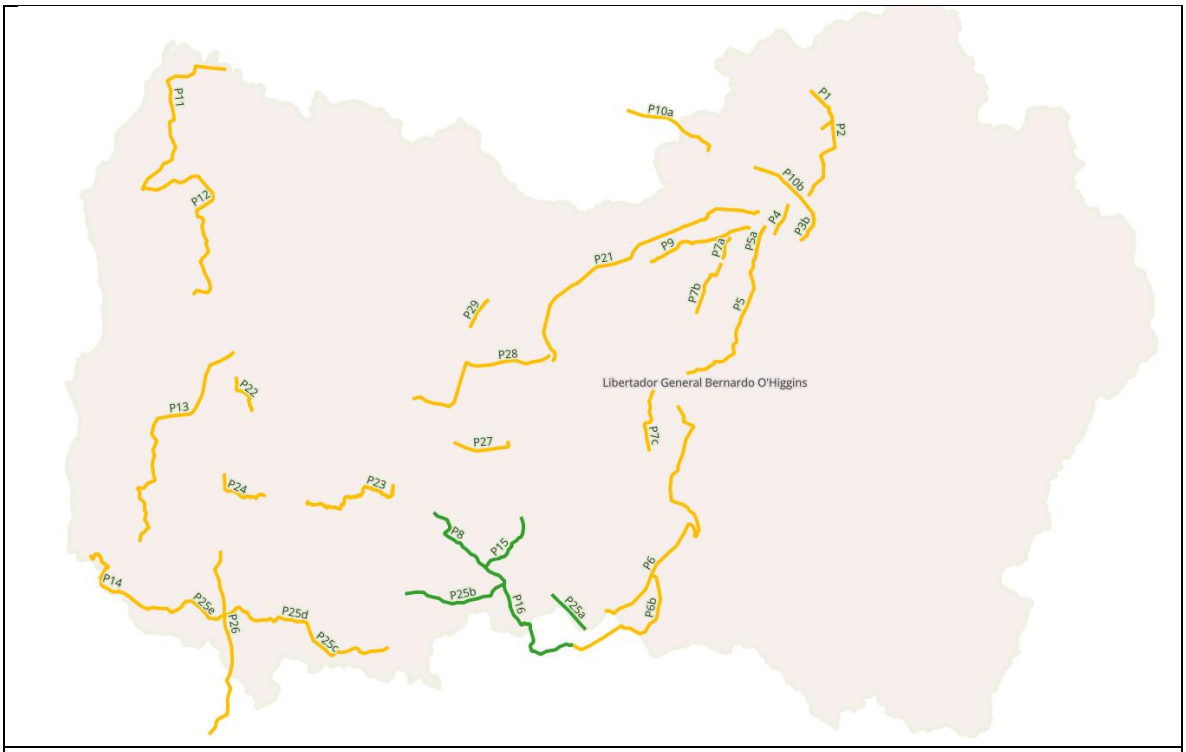
FIGURA N° 10.5-16: RIESGO POTENCIAL SEGÚN INDICADORES DEFINIDOS



Riesgo geológico o de Remoción en masa



Riesgo de incendios Forestales



Riesgo Hidrográfico

10.6 Propuestas de Seguridad Vial para Caminos Básicos

10.6.1 Introducción

Como objetivo secundario y tomando en consideración la alta cantidad de caminos básicos en la Región de O'Higgins, se plantea el análisis de dichas vías ejecutadas en la región identificando principalmente los aspectos asociados a la seguridad de los peatones y usuarios de bicicleta, sin dejar de lado a los conductores de vehículos motorizados. Generalmente los caminos básicos son angostos, con pocas mejoras a la geometría (sin mayores expropiaciones para bermas o veredas) y donde el aumento de la velocidad de operación producto del mejoramiento genera posibles siniestros de tránsito, sumado a ello el aumento en muchos casos del flujo vehicular producto de reasignaciones desde otros caminos aledaños, incluyendo camiones de gran tamaño, generando una sensación de inseguridad de los vecinos. Si bien es cierto es que se han identificado soluciones a esto como la instalación de obras anexas: lomos de toro y pasos peatonales, éstos son peligrosos en vías de tránsito rápido (se debe considerar que las velocidades de operación son en torno a 70 km/h en promedio) como se señala en el estudio Evaluación Ex Post de Corto Plazo Proceso 2016 (Caminos Básicos Intermedios) desarrollado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

Tomando en consideración estos aspectos y los resultados del diagnóstico de estos caminos en cuanto a geometría, seguridad vial y composición vehicular, se detectarán zonas de riesgo de acuerdo a la infraestructura existente, la siniestralidad asociada, y según los flujos vehiculares y de ciclistas.

Posteriormente se propondrán Estándares de Seguridad Vial para Caminos Básicos, que abarcarán desde la señalización vertical y horizontal, elementos de apoyo, sistemas de contención, etc., presentando para cada uno de ellos tres alternativas de menor a mayor costo y efectividad.

Luego se plantearán soluciones especiales para singularidades de los caminos básicos (pasadas urbanas, intersecciones, angostamientos, curvas y postaciones al costado de la calzada).

Por último, se entregarán conclusiones que permitirán adoptar medidas homogéneas para escenarios similares, de manera tal que los usuarios distingan fácilmente estos sectores de carretera, esperando que adopten las medidas correspondientes, orientadas a una conducción más segura.

10.6.2 Detección de Zonas de Riesgo

10.6.2.1 Según Infraestructura Existente

Inicialmente, el establecimiento de límites de velocidad adecuados a la función que cumple cada vía de tránsito, es un paso importante para reducir la siniestralidad. Además de la función que cumple la vía de tránsito, cuando se establecen límites de velocidad es preciso tener en cuenta lo siguiente:

- El tipo y la variedad de usuarios.
- La calidad de la infraestructura de la vía de tránsito en lo que se refiere a la seguridad.
- La resistencia al impacto y la capacidad para evitar siniestros de tránsito del parque automotor.

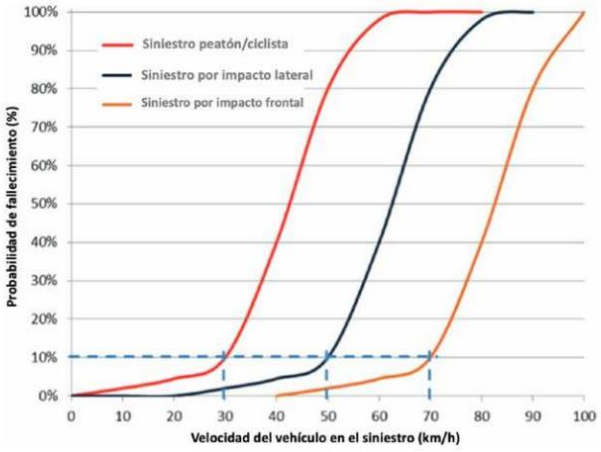
De esta manera, la Organización Mundial de la Salud recomienda lo siguiente:

CUADRO 10.6-1: VELOCIDADES SEGURAS SEGÚN TIPO DE VÍA

Tipo de Vía	Velocidad Segura
Vías con posibles conflictos entre automóviles y usuarios no protegidos	30 km/h
Intersecciones con posibles conflictos laterales entre automóviles	50 km/h
Vías con posibles conflictos frontales entre vehículos	70 km/h
Vías sin probabilidades de conflictos frontales o laterales entre usuarios	>100 km/h

Fuente: Tingvall and Haworth, 1999

FIGURA N° 10.6-1: VELOCIDAD DE VEHÍCULOS Y RIESGO DE FALLECIMIENTO



Fuente: Tingvall and Haworth, 1999

Por lo tanto, de acuerdo a los escenarios de caminos básicos registrados en este estudio, las velocidades de seguridad deberían estar entre 40 y 50 km/h, y en menor medida en 70 km/h (sin presencia de usuarios vulnerables, y existencia de bermas).

A partir de la información levantada en terreno, se generó una base de datos compuesta por fichas asociadas a cada camino básico, donde cada una contiene los elementos agregados en tramos de 100 m. De esta manera, se detectaron caminos de longitud mayor a 5 km, que presentaban una cantidad considerable de curvas cerradas (izquierda o derecha), cruces de canales, presencia de puentes y cambios de ancho de calzada (angostamientos o ensanchamientos). Estos son (ordenados según la fecha de auscultación):

CUADRO 10.6-2: CAMINOS BÁSICOS DE MAYOR RIESGO EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

Nombre Ruta	Inicio	Fin	Longitud (km)
S/R H-520	H-38	H-56	5,2
H-634	H-56	H-630	23,1
I-400	Los Rulos	I-40	19,0
I-850	Ruta 90	I-842	11,1
H-342	H-30 (ote)	H-30 (pon)	9,4
H-324	H-30	H-334	8,6
H-600	Ruta 5	Plaza Malloa	5,4
I-198	I-226	I-212	5,2
I-594	I-72 (pon)	I-72 (ote)	13,3
I-520 (parte 2)	Inicio pav.	Fin pav.	6,1
I-546	I-550 (nor-pon)	I-550 (sur-ote)	7,6
I-566-J	Inicio pav.	I-572	6,5
I-776	Fin pav.	I-86	17,6

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento en terreno

Esta identificación de debilidades en términos de seguridad de la infraestructura, representa aquellas vías donde es más probable que se registren siniestros de tránsito de alta severidad, de las cuales se destaca que:

- La Ruta I-520 presenta 19 curvas cerradas, curvas muy cerradas, o curvas y contracurvas cerradas en solo 6,1 km de extensión. Por otra parte, se establecen señales reglamentarias de velocidad máxima de 30 y 50 km/h, sin presencia de resaltos o pasos peatonales. Por último, se registraron 6 cruces de canales.
- La Ruta I-400 presenta más de 40 curvas cerradas y sobre 30 cruces de canales en sus 19 km de longitud. Se establecen señales reglamentarias de velocidad máxima de 30 y 50 km/h, con 5 resaltos y 3 pasos peatonales. Posee entornos diversos (urbano, mixto y campestre), con soleras y aceras en el primer sector nombrado.

- La Ruta I-850, al igual que el caso anterior, presenta una cantidad considerable de curva cerradas y de cruces de canales. En 11,1 km, se establecen señales reglamentarias de velocidad máxima de 30 y 50 km/h, sin 5 resaltos o pasos peatonales. Además, se advierten zonas de diversa concentración de viviendas, y el estado de la demarcación es deficiente.

10.6.2.2 Según Siniestralidad

Según la base de datos de siniestros de tránsito de Carabineros de Chile, durante los últimos 5 años (2019 al 2023) se han producido más de 10.000 accidentes en la Región de O'Higgins. Si bien las rutas con mayor accidentabilidad de la región corresponden a vías de mayor jerarquía (Ruta 5 Sur, Ruta 90 (ex I-50), 66, Travesía, H-30, etc.), existen algunos caminos básicos con problemas de seguridad vial que se clasifican en la siguiente tabla:

CUADRO 10.6-3: SINIESTRALIDAD DE CAMINOS BÁSICOS EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

Ruta	Siniestros de Tránsito	Fallecidos	Heridos Graves
H-800	58	2	14
H-790	48	1	7
I-340	43	3	5
I-826	28	2	3
I-790	17	3	1
H-776	15	1	2
H-858	15	0	2
H-320	14	1	4
I-376	14	1	2
H-265	12	0	2

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas Carabineros de Chile

Sobre los tipos de siniestros, se observa una tendencia hacia los choques (impacto contra un objeto fijo), y colisiones (impacto entre dos o más vehículos en movimiento), contabilizando dos tercios de los casos en promedio.

CUADRO 10.6-4: TIPOS DE SINIESTROS EN CAMINOS BÁSICOS EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

Ruta	Atropello	Caída	Choque	Colisión	Incendio	Volcadura	Otro Tipo	Total
H-800	4	1	18	25		8	2	58
I-790	1		7	4		3	2	17
I-340	2		6	18		12	5	43
I-826	5		12	5		5	1	28
H-790	2		9	21		5	11	48

Ruta	Atropello	Caída	Choque	Colisión	Incendio	Volcadura	Otro Tipo	Total
H-776	3		3	7			2	15
H-858	1		7	5			2	15
H-320			7	5		2		14
I-376			2	8		4		14
H-265			6	1		5		12

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas Carabineros de Chile

Acerca de las causas de los siniestros de tránsito en caminos básicos, se registra que la mayoría corresponde a imprudencias del conductor, seguido de alcohol en la conducción y en menor medida, pérdida de control del vehículo.

10.6.2.3 Según Flujos Vehiculares

De acuerdo al análisis de la composición del flujo por tipo de vehículo en caminos básicos, obtenido a partir de las mediciones en 120 puntos que se presentó en el Capítulo 4, se destacan los siguientes datos de interés:

- La composición de flujo de vehículos livianos se encuentra entre un 65,6% y un 93,9%. En 6 caminos básicos esta composición está entre un 60% y 70%, en 23 caminos entre un 70% y 80%, en 84 caminos entre un 80% y 90% y en 7 caminos se tiene una proporción mayor a un 90% del flujo para vehículos livianos.
- En el caso del tránsito de buses, el camino por donde circula una mayor proporción representa un 11,0% del flujo. En el resto de los caminos básicos el flujo de buses representa a menos de un 5% y en 103 de los 120 caminos la proporción de buses es menor a un 3%.
- En 9 caminos se tiene que una proporción mayor a un 10% representa a camiones simples. Luego, en 61 caminos la proporción de flujo está entre un 5% y un 10% y en los 50 caminos restantes se tiene una proporción de camiones simples menor a un 5%. Se destaca que en la totalidad de los caminos básicos donde se registró flujo vehicular se observaron camiones de dos ejes, con un valor promedio para la muestra de 55 camiones en 12 horas de medición.
- Para los camiones pesados se tiene que los caminos con una mayor proporción del flujo de este tipo corresponden a un 24,3% y 7,1%. En el resto de los caminos básicos esta proporción baja a menos de un 5,5% y en 105 de los 120 caminos esta proporción es menos de un 3%. En 105 de los 120 puntos con registro de tránsito se observaron camiones de más de dos ejes, y en 50 puntos se contabilizaron más de 10 camiones pesados en 12 horas de medición.

- Sobre la proporción del flujo de bicicletas en los caminos básicos, se tiene que hay 8 caminos en los cuales la proporción de bicicletas corresponde a más de un 10% del flujo y luego hay otros 22 caminos donde la proporción de bicicletas está entre un 5% y 10%. Se destaca que las bicicletas fueron observadas en el 89% de los caminos básicos donde se realizaron mediciones de tránsito.

Una buena aproximación para determinar cuáles son aquellas vías de mayor riesgo, es utilizando el TMDA y su composición correspondiente, tal como se estipula en el Tópico 6.502.6 del Manual de Carreteras Volumen 6, que establece los niveles de contención de acuerdo a la zona de riesgo.

Con esta clasificación se infiere que aquellas rutas que requieren mayor nivel de contención, se debe en gran medida a la cantidad de vehículos pesados que circulan diariamente, cuyos diferenciales de velocidad, dimensiones y peso con respecto al resto de los vehículos, puede ser causante de siniestros de tránsito de alta severidad.

Asumiendo que con el flujo vehicular recogido en la etapa anterior (entre las 7:00 y 19:00 horas), es posible obtener un TMDA aumentando su valor total en un 25% (para compensar las horas no medidas más algunos factores estacionales), se tiene que los puntos de control de mayor riesgo son:

- Ruta I-148 (Cruce I-80-G / Piedra Partida / Cruce I-112 (La Esfera)): ubicada en la comuna de Litueche, esta ruta registró uno de los valores más altos de camiones de más de 2 ejes (96 en 12 horas).
- Ruta I-192 (Cruce I-112 / Valle Hidalgo / Cruce I-119): esta vía emplazada en la comuna de Navidad, contabilizó más de 150 camiones de dos o más ejes. Cabe destacar que posee un buen estado de pavimento y demarcación, con escasa fricción lateral.
- Ruta I-158 (Cruce I-20 (San Miguel de Los Llanos) / Cruce I-150 (Coipu)): esta ruta de la comuna de La Estrella, está fuertemente influenciada por el tránsito de vehículos pesados proveniente de plantas de industria porcina y avícola. Se registraron 103 camiones en total, 36 de ellos de más de dos ejes.
- Ruta H-400 (Cruce Ruta 6 (Paso Inferior) / Cruce H-40): situada en la comuna de Olivar, donde su estado de pavimento y demarcación es regular, con un tipo de entorno mixto (campestre y residencial) y alta presencia de aceras, posee un tránsito regular de camiones simples (más de 100 al día).

10.6.2.4 Según Flujo de Bicicletas

Para evaluar la necesidad de una ciclovía, se utiliza el flujo de bicicletas que transita por la red vial en estudio. El flujo de bicicletas se mide según la siguiente tabla:

CUADRO 10.6-5: CLASIFICACIÓN SEGÚN FLUJO DE BICICLETAS POR HORA

Nivel de Flujo	Flujo de Bicicletas (N° de Bicicletas/hora)
Bajo	≤ 10
Medio	11 – 20
Alto	≥ 21

Fuente: Tabla 6.602.301.A del Manual de Carreteras Volumen 6

Otro parámetro importante para evaluar la viabilidad de una ciclovía es la cantidad de vehículos motorizados que transitan por una zona de análisis. Con los datos obtenidos en terreno, el resultado se deberá comparar con la clasificación que se muestra a continuación:

CUADRO 10.6-6: CLASIFICACIÓN SEGÚN FLUJO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS

Nivel de Flujo	Flujo de Vehículos (N° de Vehículos/hora)
Bajo	< 100
Medio	101 - 300
Alto	> 301

Fuente: Tabla 6.602.301.B del Manual de Carreteras Volumen 6

Con estos valores es posible determinar los requerimientos específicos de cada caso que se está considerando, para habilitar espacios de circulación de ciclistas. De los resultados obtenidos se destaca que:

- Dos tercios de las mediciones corresponde a flujos bajos de vehículos y bicicletas, por lo que solo correspondería una segregación materializada por líneas longitudinales (ciclobanda).
- Un 28% de las mediciones contiene flujos de vehículos motorizados o de bicicletas catalogados como "Medio", es decir, la facilidad para ciclistas debería contar con demarcación de línea continua, más tachas reflectantes rojas.
- Por último, los casos donde existe una necesidad de habilitar ciclovías delimitadas con tachones bajos y línea continua de borde, es decir, que los conflictos entre usuarios motorizados y no motorizados son considerables debido al alto flujo de ambos tipos, son los siguientes:
    - Ruta H-320, cruce H-30 (Loreto) / Cruce H-312 (Quimávida por los Bronces)

- Ruta H-634, Cruce H-65 (Malloa) / Corcolén / cruce H-56 (Tunca)
- Ruta H-312, Cruce H-30 / Lo de Cuevas / H-30
- Ruta S/R-H-452, Cruce H-50 (Esmeralda) / Cruce H-60
- Ruta H-574, cruce H-56 (La Estacada) / Rio Claro
- Ruta H-255, Av. San Juan (Machalí) / Cruce H-35 (Termas de Cauquenes)
- Cruce Ruta 5 (Caletera Tinguiririca) / Cruce I-86 (Chimbarongo)

10.6.3 Estándares de Seguridad Vial en Caminos Básicos

A partir de la normativa vigente del Manual de Carreteras Volumen 6 del MOP y el Manual de Señalización de Tránsito del MTT, se proponen estándares de dispositivos de seguridad vial en caminos básicos, que se explicarán según el tipo de elemento, para finalizar con una tabla que muestre el estándar mínimo, normal u óptimo de acuerdo a su costo-efectividad asociada.

10.6.3.1 Señalización Vertical

Se requiere la instalación de señales reglamentarias, de advertencia de peligro e informativas. De ser posible, se puede implementar señales informativas turísticas.

- Señales Reglamentarias: especial énfasis se debe tener en el emplazamiento de señales de máxima velocidad permitida, de acuerdo a las condiciones de riesgo de la vía. Cabe recordar que los escalonamientos entre velocidades consecutivas, no debe superar los 20 km/h.
- Señales de Advertencia de Peligro: se requiere es tipo de señales para advertir especialmente la presencia de intersecciones, curvas y presencia de usuarios vulnerables (peatones y ciclistas).
- Señales Informativas: para cada intersección se deben instalar como mínimo señales de dirección y de confirmación de destinos, con el objeto de informar permanentemente a los usuarios motorizados, para tomar decisiones con la suficiente antelación e información.

10.6.3.2 Señalización Horizontal

De acuerdo a la Sección 6.303.6 del Manual de Carreteras Volumen 6, para carpetas asfálticas se puede utilizar como mínimo la pintura acrílica con microesferas. Las líneas longitudinales de eje y bordes deben ser prioritarios, pudiendo complementarse con símbolos y leyendas en intersecciones. Por otra parte, las tachas reflectantes deben emplazarse como máximo cada 24 m en rectas, y 12 m en curvas.

10.6.3.3 Elementos de Apoyo

En general, corresponde a elementos empleados para reforzar los mensajes indicados por la señalización vertical y horizontal, además de destacar las características geométricas restrictivas de una vía y llamar la atención del usuario respecto de singularidades que involucran riesgo durante la operación. Los más comunes son:

- Delineadores Verticales: a emplear en puentes, obras de arte, puntos duros y/o donde no se pueda instalar barreras de contención.
- Delineadores Direccionales: en curvas de acuerdo a las disposiciones indicadas en el Numeral 6.305.801 y 6.305.802 Manual de Carreteras Volumen 6.
- Captafaros: a utilizar en toda barrera de contención según la Lámina 4.302.003 del Manual de Carreteras Volumen 4.
- Hitos de Arista: para aplicar en rectas (separación entre 50 y 100 m), como una forma de delimitar el costado izquierdo y derecho de la calzada.
- Hitos Flexibles: se pueden utilizar en bifurcaciones, estrechamientos de pista, islas, ciclovías, o complemento de tachones bajos.

10.6.3.4 Segregación

Para segregar ciclovías o sendas multipropósito, es posible implementar dispositivos de manera continua o discontinua:

- Tachones bajos: corresponden a elementos de altura entre 2,0 a 3,0 cm, que suelen disponerse cada 2 m.
- Soleras: las soleras Tipo C pintadas de color amarillo, sirven para segregar usuarios motorizados de los no motorizados. De todas maneras, se deben definir interrupciones para favorecer el saneamiento.

10.6.3.5 Sistemas de Contención

Los sistemas de contención son dispositivos de seguridad vial que contienen y redireccionan vehículos en caso de salida de vía. Se deben instalar en longitudes no menores a 48 m (sin contar terminales), donde exista un SAP de al menos 1,0 m de ancho, y se permita su respectiva deformación de acuerdo al ancho de trabajo al cual está diseñado.

Como la velocidad máxima señalizada en caminos básicos debe ser menor o igual a 70 km/h, los terminales en los extremos de barreras de contención, pueden ser abatidos y esviados (12 m de longitud), y de ser posible, que sean insertos en material de corte.

10.6.3.6 Facilidades para Usuarios Vulnerables

Se puede optar por medidas exclusivas para ciclos (ciclovías), independientes de las facilidades peatonales (aceras). Sin embargo, de acuerdo a la normativa del Manual de Carreteras Volumen 6, en las sendas multipropósito pueden transitar todo tipo de usuarios vulnerables (ciclistas, peatones, coches, jinetes, etc.). Su ancho mínimo recomendable es 1,5 m, pudiendo ser segregadas o incluso compartidas dentro de la calzada.

10.6.3.7 Iluminación

En zonas urbanas, travesías, paraderos y resaltos.

En función de las disposiciones previamente definidas, a continuación se muestra el resumen de estándares según parámetro o dispositivo de seguridad vial:

CUADRO 10.6-7: ESTÁNDARES DE SEGURIDAD VIAL EN CAMINOS BÁSICOS

Parámetros o Dispositivos		Estándares de Seguridad Vial en Caminos Básicos		
		Mínimo	**Normal**	**Óptimo**
SEÑALIZACIÓN DE TRANSITO				
Señales Verticales	**Reglamentarias**	Prioridad en Cruces, Velocidades Máximas y Zonas de Adelantamiento	Agrega a lo anterior restricción de ancho y peso en puentes	Agrega a todo lo anterior las prohibiciones de clases de vehículos
	Preventivas	Intersecciones y Curvas	Agrega presencia de peatones y ciclistas	Agrega a todo lo anterior angostamientos de calzada
	Informativas	Dirección y Dirección	Dirección, Dirección y Localización	Dirección, Dirección, Localización y Turísticas
Señales Horizontales	**Demarcaciones**	Acrílica para líneas longitudinales	Agregar símbolos y leyendas en singularidades	Aplicación de termoplásticos
	Tachas Reflectantes	Para carpeta asfáltica, 24 m en recta y 12 m en curva	Para carpeta asfáltica, 12 m en recta y 8 m en curva	Para carpeta asfáltica, 8 m en recta y 4 m en curva
Elementos De Apoyo	**Delineadores Verticales**	Puentes y Obras de Artes	Puentes, Obras de Artes y Puntos Duros	Puentes, Obras de Arte, Puntos Duros y/o donde no se pueda instalar barreras de contención

Parámetros o Dispositivos		Estándares de Seguridad Vial en Caminos Básicos		
		Mínimo	**Normal**	**Óptimo**
	Delineadores Direccionales	En curvas que requieran delineadores dobles	En curvas que requieran delineadores simples	En curvas que requieran delineadores simples y dobles
	Captafaros	-	En barreras metálicas	En barreras metálicas y de hormigón
	Hitos de Arista	-	En rectas (separación 100 m)	En rectas (separación entre 50 m)
	Hito Flexible	Estrechamiento de pista como reductor de velocidad	En bifurcaciones y estrechamiento de pista como reductor de velocidad	En bifurcaciones, estrechamiento de pista como reductor de velocidad, islas, ciclovías, o complemento de tachones
Segregación	**Tachón Bajo**	Estrechamiento de pistas	Segregador de ciclovías	Como apoyo a tratamiento reductor de velocidad y como segregador de flujo en ciclovías
	Soleras	-	Soleras Tipo A en Aceras	Soleras Tipo A en Aceras y Tipo C en ciclovías
SISTEMAS DE CONTENCIÓN VIAL				
Barreras Laterales		-	Barreras no certificadas	Sólo Certificadas
Terminales		Abatidos	Abatidos y esviados	Insertos en corte o abatidos y esviados.
ELEMENTOS ELECTRÓNICOS				
Luminarias		En resaltos	En zonas urbanas y resaltos	En zonas urbanas, travesías, paraderos y resaltos.
Dispositivos Luminosos		En escuelas	En escuelas y travesías	En travesias, escuelas, paraderos, etc.
FACILIDADES PARA CICLISTAS Y PEATONES				
Diseño		Conformación de ciclobanda	Segregación total o parcial	Segregación total
Aceras		-	Segregación total o parcial	En zonas con actividad peatonal
Vallas Peatonales		Zonas Urbanas	En zonas urbanas y escuelas	En zonas urbanas, travesías, escuelas
Paraderos con bahía de estacionamiento		Localidades	Localidades y Cruces	Localidades, Cruces y escuelas.
MITIGACIÓN DE VELOCIDAD				

Parámetros o Dispositivos	Estándares de Seguridad Vial en Caminos Básicos		
	Mínimo	Normal	Óptimo
Reductor de Velocidad	-	Aplicar proyecto en centro de concentración de peatones	Agregar además en zonas de escuelas

10.6.4 Tratamiento Especial a Singularidades

A continuación se presenta una caracterización de las principales singularidades para ser tratadas especialmente desde el punto de vista de la seguridad vial, estableciéndose tres niveles de intervención (mínima, normal y óptima). Es importante mencionar que el éxito de las medidas dependerá de que a similares riesgos, se realicen las acciones respectivas para uniformarlas dentro de la red vial de caminos básicos de la región.

10.6.4.1 Pasadas Urbanas

Se observaron sectores de escuela y travesías, en general bien gestionados. Presentan señales de advertencia, de velocidad reducida, de lomo de toro. Incluyen normalmente demarcación, tachas, lomos de toro, pasos peatonales (cebra) y paraderos. Además, se registró la presencia de peatones y ciclistas sobre la calzada, lo que genera condiciones de riesgo y es probablemente resultado de un aumento de la población en el entorno de las vías.

De acuerdo a lo anterior, se podrá definir una pasada urbana como aquel tramo de vía que concentre al menos 10 viviendas o establecimientos en 500 metros.

FIGURA N° 10.6-2: EJEMPLO DE PASADA URBANA EN CAMINO BÁSICO DE REGIÓN DE O'HIGGINS

- **Tratamiento mínimo**: angostamiento de pistas para la habilitación de ciclobandas.

FIGURA N° 10.6-3: TRATAMIENTO MÍNIMO DE PASADA URBANA EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Normal:** resaltos redondeados con una separación máxima de 150 metros, aplicando sus luminarias y sistema de señalización vertical y horizontal

correspondientes. Por otra parte, se debe implementar sendas multipropósitos segregadas mediante tachones bajos, en el costado con mayor presencia de edificaciones.

FIGURA N° 10.6-4: TRATAMIENTO NORMAL DE PASADA URBANA EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Óptimo:** al tratamiento anterior (normal), se reemplaza la senda multipropósito por una ciclovía y aceras peatonales, complementándolo con vallas peatonales para encauzar adecuadamente a este tipo de usuarios. Adicionalmente, se puede reemplazar los resaltos redondeados, por resaltos planos, para mantener el cruce peatonal en zonas definidas exclusivamente para estos fines.

FIGURA N° 10.6-5: TRATAMIENTO ÓPTIMO DE PASADA URBANA EN CAMINO BÁSICO

10.6.4.2 Intersecciones

En varios caminos se observaron cruces a nivel en cruz, en "T" y en "Y" que requieren establecer maniobras de viraje clara, con las prioridades correspondientes.

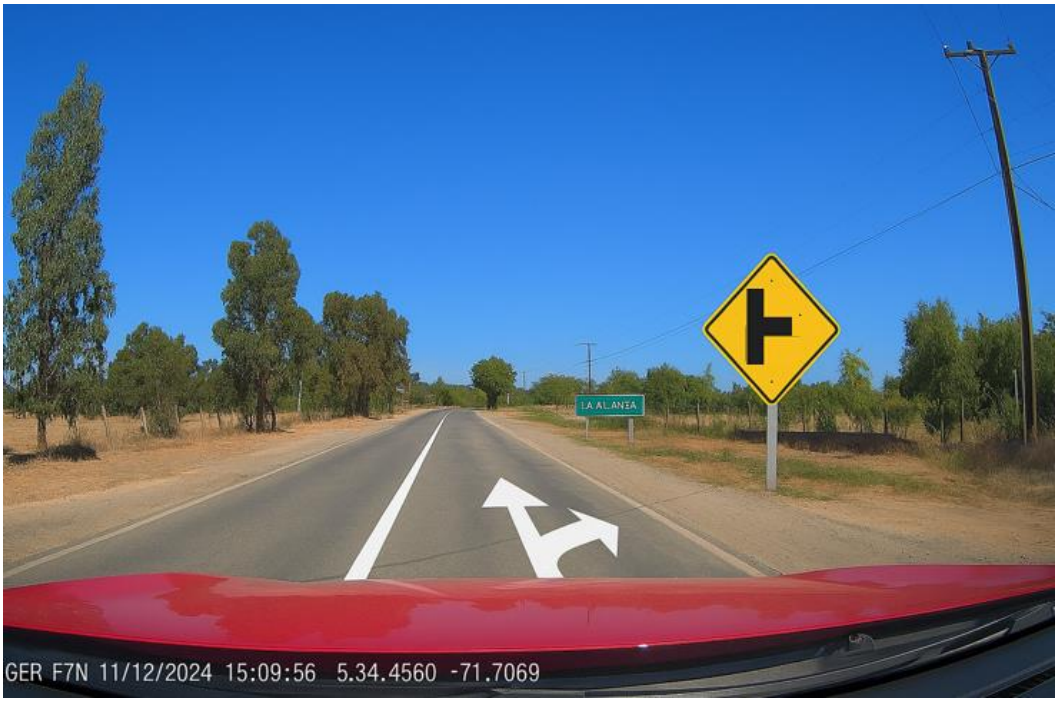
FIGURA N° 10.6-6: EJEMPLO DE INTERSECCIÓN EN CAMINO BÁSICO DE REGIÓN DE O'HIGGINS

- **Tratamiento mínimo**: prohibir el adelantamiento para los usuarios motorizados que se aproximen a un cruce (señales reglamentarias de no adelantar y doble línea continua de eje con tachas reflectantes rojas). También es necesario emplazar señales de advertencia de cruce, con la geometría respectiva, y señales reglamentarias de prioridad de paso.

FIGURA N° 10.6-7: TRATAMIENTO MÍNIMO DE INTERSECCIÓN EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Normal:** en complemento al tratamiento anterior, se deben posicionar las demarcaciones de símbolos aplicadas frecuentemente en cruces (leyenda "PARE" o símbolo de Ceda el Paso, y flechas de dirección de los movimientos permitidos.

FIGURA N° 10.6-8: TRATAMIENTO NORMAL DE INTERSECCIÓN EN CAMINO BÁSICO



- **Tratamiento Óptimo:** habilitación de pistas de viraje central e incorporación de señalización informativa de dirección y confirmación de acuerdo a la categoría de la vía.

FIGURA N° 10.6-9: TRATAMIENTO ÓPTIMO DE INTERSECCIÓN EN CAMINO BÁSICO

10.6.4.3 Angostamientos

La frecuente presencia de obstáculos como cruces de canales, que generaban un angostamiento de la vía o bien condicionaban la geometría de la calzada, requiere un tratamiento especial de seguridad, de manera tal que el conductor note previamente esta singularidad en la vía, para tomar decisiones con tiempo y espacio suficiente.

FIGURA N° 10.6-10: EJEMPLO DE ANGOSTAMIENTO EN CAMINO BÁSICO DE REGIÓN DE O'HIGGINS

- **Tratamiento mínimo**: utilización de delineadores verticales izquierdo y derecho en ambos sentidos de tránsito, con un espaciamiento mínimo de 5 metros. Se prevé que con tres pares de delineadores antes y después de un angostamiento (12 elementos en total), se pueda destacar cualquier obra de arte de este tipo.

FIGURA N° 10.6-11: TRATAMIENTO MÍNIMO DE ANGOSTAMIENTO EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Normal:** emplazamiento de señales de advertencia de angostamiento de calzada (PF-1a), y en complemento con lo anterior (delineadores verticales), se deben agregar tachas reflectantes rojas para las líneas de borde demarcación, con un espaciamiento de 2 metros, aplicando además el pintado de amarillo de la estructura sobresaliente (incorporando microesferas de vidrio).

FIGURA N° 10.6-12: TRATAMIENTO NORMAL DE ANGOSTAMIENTO EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Óptimo:** instalación de sistemas de contención, con un mínimo de 48 metros por costado, con sus correspondientes terminales en cada extremo de 12 metros de longitud (lo que contabiliza al menos 144 metros).

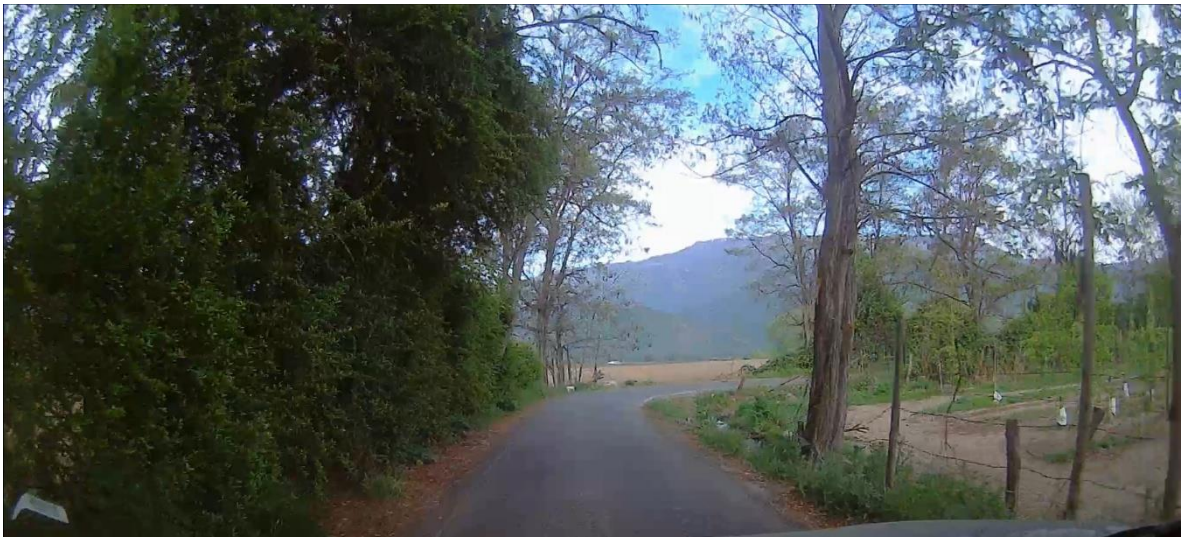
FIGURA N° 10.6-13: TRATAMIENTO ÓPTIMO DE ANGOSTAMIENTO EN CAMINO BÁSICO

10.6.4.4 Curvas

Como la ejecución de caminos básicos no admite un gasto elevado por kilómetro de vía, lo que obliga a circunscribirse a la faja existente, se pudo constatar la presencia de curvas cerradas y/o con problemas de visibilidad, con distintos tratamientos.

Para uniformar el tratamiento a estas zonas de riesgo de salida de vía, se presentan tres alternativas:

FIGURA N° 10.6-14: EJEMPLO DE CURVA EN CAMINO BÁSICO DE REGIÓN DE O'HIGGINS



- **Tratamiento mínimo**: utilización de delineadores direccionales izquierdo y derecho (simples o dobles según corresponda), en ambos sentidos de tránsito, con un espaciamiento mínimo de acuerdo al radio de giro y desarrollo de la curva. Se debe tener presente que como mínimo es necesario que existan tres pares de delineadores direccionales (6 elementos en total).

FIGURA N° 10.6-15: TRATAMIENTO MÍNIMO DE CURVA EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Normal:** emplazamiento de señales de advertencia de curva cerrada o muy cerrada (PG-2 o PG-6 de acuerdo a la geometría de la curva), y en complemento con lo anterior (delineadores direccionales), se deben agregar tachas reflectantes rojas para las líneas de borde demarcación, con un espaciamiento de 2 metros.

FIGURA N° 10.6-16: TRATAMIENTO NORMAL DE CURVA EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Óptimo:** complementar los tratamientos anteriores con la instalación de sistemas de contención, con un mínimo de 48 metros por costado, agregando terminales en cada extremo de 12 metros de longitud (total 144 metros).

FIGURA N° 10.6-17: TRATAMIENTO ÓPTIMO DE CURVA EN CAMINO BÁSICO

10.6.4.5 Postaciones

Se observaron postes de alumbrado público y de tendido eléctrico que se encontraban cercanos a la calzada, con la potencial probabilidad de un choque de alta severidad en caso de que un conductor se despiste. Para este tipo de escenario con puntos duros separados a una distancia uniforme, es posible plantear que:

FIGURA N° 10.6-18: EJEMPLO DE POSTACIONES EN CAMINO BÁSICO DE REGIÓN DE O'HIGGINS

- **Tratamiento mínimo**: utilización de delineadores verticales izquierdo y derecho en ambos sentidos de tránsito, por cada postación.

FIGURA N° 10.6-19: TRATAMIENTO MÍNIMO DE POSTACIONES EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Normal:** en complemento con lo anterior (delineadores verticales), se deben agregar tachas reflectantes rojas para las líneas de borde demarcación, con un espaciamiento de 2 metros.

FIGURA N° 10.6-20: TRATAMIENTO NORMAL DE POSTACIONES EN CAMINO BÁSICO

- **Tratamiento Óptimo:** instalación de sistemas de contención, con un mínimo de 48 metros por costado, agregando terminales en cada extremo de 12 metros de longitud (total 144 metros).

FIGURA N° 10.6-21: TRATAMIENTO ÓPTIMO DE POSTACIONES EN CAMINO BÁSICO

10.6.5 Tránsito de Vehículos de Carga

De acuerdo a metodología IRAP (International Road Assessment Programme), los factores que contribuyen a los siniestros de tránsito de vehículos pesados relacionados con la vía incluyen:

- velocidades de operación inapropiadas
- movimientos y giros incontrolados, especialmente en intersecciones y puntos de acceso
- falta de separación de vehículos o usuarios de la vía de diferente tamaño (por ejemplo, falta de instalaciones exclusivas para peatones y ciclistas)
- radios de giro cerrados
- pendientes largas y empinadas junto con la sobrecarga que contribuye a la falla de los frenos
- vehículos agrícolas estacionales que utilizan o cruzan carreteras principales en zonas rurales
- falta de advertencia anticipada de peligros
- información inadecuada para permitir a los usuarios de la vía transitar por la vía de manera segura

- presencia de peligros, particularmente al borde de la carretera (por ejemplo, postes de electricidad y árboles)
- mala superficie de la carretera.

A su vez, la Comisión Europea establece que el análisis de la seguridad vial ha contribuido a la experiencia internacional en la identificación de las relaciones entre diversos elementos de diseño vial y el riesgo de siniestros de tránsito, así como a las mejores prácticas para mejorar la seguridad de los caminos y carreteras. Estos son:

1. **Alineamiento horizontal**: El trazado horizontal de una carretera comprende líneas rectas, curvas circulares (de radio constante) y curvas de transición, cuyo radio cambia regularmente para permitir una transferencia gradual entre tramos adyacentes con diferentes radios de curva. Las curvas horizontales de radios bajos generan problemas de seguridad vial, mientras que los índices de riesgo relacionados aumentan significativamente para radios menores de 200 m. Por otra parte, se ha demostrado que si una curva cerrada se encuentra en una vía con baja curvatura promedio (es decir, tangentes anteriores largas), el riesgo de siniestro aumenta significativamente. Además, el riesgo de accidente aumenta significativamente con la frecuencia de las curvas.
2. **Alineamiento vertical**: En tramos con pendiente alta, pueden surgir problemas de seguridad debido a las diferencias de velocidad entre vehículos livianos y pesados en subida, así como al frenado de vehículos en tramos de bajada (aumento de la distancia de frenado y posibilidad de sobrecalentamiento de los frenos de vehículos pesados). Cabe destacar que los tramos con pendientes superiores al 4% tienden a presentar un mayor riesgo de siniestros de tránsito.
3. **Secciones Transversales:** El ancho de pista debe examinarse en relación con la velocidad de operación prevista. Las pistas muy estrechas (menores a 3 m), causan problemas de seguridad vial, especialmente para vehículos pesados. Paralelamente, la implementación de una berma (especialmente pavimentada) también contribuye a mejorar la seguridad vial en las vías interurbanas. Los resultados de una investigación indican que las bermas muy estrechas (Ej. 0,5 m), están relacionadas con un aumento de las tasas de siniestros de tránsito.

En resumen, las rutas alternativas para vehículos de mayor dimensión deben evitar caminos básicos con alguna de las siguientes características:

1. Alta presencia de peatones y ciclistas.
2. Intersecciones en ángulos agudos.
3. Curvas horizontales de radio de giro menor a 200 m (sin sobreancho).

4. Pendientes superiores a 4%.
5. Calzadas de ancho menor a 6 metros.

Como es evidente, varias de estas características se presentan en el caso particular de las vías desarrolladas bajo el programa de Caminos Básicos.

Cabe destacar que cualquier prohibición de circulación de vehículos pesados, debe ser aprobada previamente por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, trabajando además en la señalización reglamentaria correspondiente en las entradas y salidas del camino en cuestión.

10.6.6 Conclusiones

Dado que se observaron discrepancias en la clasificación de los caminos básicos que posee la Región de O'Higgins[8], de las vías que se estudiaron asumiendo esta categoría en las etapas previas, es posible concluir que:

- Se debe prestar especial atención a la infraestructura de las rutas I-520, I-400 e I-850, cuyos trazados concentran curvas cerradas y pocas restricciones de velocidad máxima, aunque se advierte fricción lateral (viviendas y zonas mixtas).
- En función de los siniestros de tránsito de los últimos 5 años en caminos básicos, las rutas H-800, H-790 e I-340 han ocasionado alrededor de 10 siniestros de tránsito anuales en promedio, contabilizando 6 fallecidos y 26 heridos graves. Dichas vías deben ser examinadas detalladamente, procurando utilizar estándares de seguridad del tipo "Óptimo", definidos en este informe.
- De acuerdo a los flujos vehiculares, las rutas I-148, I-192, I-158 y H-400 son de preocupación dada la alta cantidad y porcentaje de vehículos pesados circulando diariamente.
- Para el caso de facilidades para ciclistas, deben estudiarse las rutas H-320, H-634 y H-312, en términos de espacio transversal disponible de la calzada, de la conectividad con localidades y la red de ciclovías existentes, debido a que actualmente los flujos de vehículos y bicicletas requerirían la segregación física de dichos usuarios viales.

Con todo lo anterior, se plantean las siguientes medidas:

[8] La información de base que se utilizó proviene del nivel central de la Dirección de Vialidad. La Dirección Regional dispone de un listado de contratos ejecutados, que indica una menor extensión de caminos básicos, aspecto que fue constatado durante el recorrido en terreno. Por esta razón, es posible que algunas rutas catastradas como caminos básicos correspondan a vialidad secundaria.

- **Corto Plazo**: establecer una revisión de las velocidades máximas de todos los caminos básicos, de manera tal de uniformar sus valores de acuerdo al ancho de la calzada, diseño geométrico, presencia de usuarios vulnerables, etc. Luego de esto, se deben realizar tratamientos de seguridad vial a todas las singularidades existentes en las rutas mencionadas en este acápite.
- **Mediano Plazo**: aplicar los estándares de seguridad vial a los caminos básicos con mayores preocupaciones de seguridad vial. Paralelamente, se debe intervenir las singularidades de todos los caminos básicos de la región.
- **Largo Plazo**: instaurar todas las medidas de seguridad en la infraestructura de la red vial de caminos básicos, estableciendo como mínimo el estándar "Normal" que se propone en este informe.

Adicionalmente a las medidas de seguridad vial propuestas, y probablemente en un enfoque de más largo plazo derivado del aumento del flujo vehicular correspondiente, las vías antes mencionadas deberían considerar un estudio de mejoramiento vial que abarque elementos de diseño geométrico, de diseño de pavimentos, de definición de faja vial y de proyección de demanda, que permita superar las limitaciones normativas y presupuestarias propias del programa de caminos básicos incluyendo también la posibilidad de generar variantes o bypasses en los casos que el mejoramiento a las vías resulte complejo.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

11 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.....11-1

11.1 PRESENTACIÓN.....11-1
11.2 ESCENARIO DE DEMANDA.....11-1
11.3 SIMULACIONES POR PROYECTO.....11-2
11.3.1 Velocidades de operación de alternativas.....11-2
11.3.2 Modelación de alternativas.....11-12
11.4 SIMULACIÓN DE PLANES.....11-57
11.4.1 Plan 1.....11-58
11.4.2 Plan 2.....11-60
11.4.3 Planes 3 y 4 (Ruta 5).....11-63
11.4.4 Plan 5.....11-67
11.4.5 Plan 6.....11-69
11.4.6 Plan 8.....11-71
11.4.7 Plan 9.....11-72
11.4.8 TMDA Planes.....11-75

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 11: SIMULACIÓN SISTEMA DE TRANSPORTE
11-1: MODELACIÓN HDM4
11-2 MODELACIONES SIT. BASE, PROYECTOS Y PLANES

11 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

11.1 Presentación

En este capítulo se presenta la aplicación del modelo calibrado de simulación de la red vial interurbana de la región de O'Higgins. En la primera sección se explicitan los resultados del escenario de demanda utilizado, considerando los elementos de proyección de demanda del capítulo 9.

En la segunda sección se presentan los principales supuestos realizados para la modelación de los proyectos estratégicos, mostrando los resultados obtenidos en términos de su impacto sobre las decisiones de ruta de los viajeros.

Finalmente, en la tercera sección se presentan las simulaciones de planes de proyectos.

11.2 Escenario de demanda

A partir de los modelos de crecimiento reportados en el capítulo 9 se estimaron los viajes de vehículos livianos y camiones para los cortes temporales 2029, 2034 y 2040, considerando el escenario de crecimiento tendencial. Para ello a las matrices calibradas para el corte 2024 se le aplicaron factores de actualización para proyectarlas al corte respectivo. Los totales de viajes obtenidos fueron los siguientes:

CUADRO 11.2-1: DEMANDA POR TIPO DE VEHÍCULO

Corte	Veh. Livianos	Camiones Simples	Camiones más de dos ejes
2029	220.436	24.331	16.807
2034	262.901	27.476	19.333
2040	329.674	32.101	23.084

Fuente Elaboración propia

En el caso de las rutas fijas también se obtuvieron y aplicaron factores de crecimiento a las frecuencias de cada una de las rutas fijas.

11.3 Simulaciones por proyecto

11.3.1 Velocidades de operación de alternativas

Las características de los proyectos que se formularon esencialmente provocan cambios de las velocidades de operación de los tramos intervenidos. Para determinar el impacto del proyecto en las velocidades de operación se han efectuado simulaciones con el modelo HDM-4. En el siguiente cuadro se presenta un resumen de las velocidades obtenidas para cada arco de proyecto.

CUADRO 11.3-1: VELOCIDAD ARCOS PROYECTO

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
3285-5330	51	59																																
5330-3285	53	61																																
5330-6000	-	50	50																															
5535-5330	-	50	50																															
6000-5330	-	50	50																															
5330-5535	-	50	50																															
6045-6030	-					50																												
2250-6045	-					50																												
6030-6045	-					50																												
6045-2250	-					50																												
5490-6050	41						47	47																										
6050-5490	48						55	55																										
6050-3245	-						50	50																										
6100-6040	-						50	50																										
1070-5490	-						50	50																										
3245-6050	-						50	50																										
6040-6100	-						50	50																										
5490-1070	-						50	50																										
3245-3250	42						48	48																										
3250-3245	42						48	48																										
6100-3250	49						56	56																										
3250-6100	51						59	59																										
3280-1875	43								49																									
2045-2050	61								70																									
2050-4040	41								47																									
2045-2525	51								59																									
2525-1875	38								44																									
3270-3275	48								55																									
3275-3855	54								62																									

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
3860-3280	51								59																									
3855-3860	53								61																									
4035-4040	25								29																									
1875-3280	45								52																									
2050-2045	63								72																									
4040-2050	42								48																									
2525-2045	51								59																									
1875-2525	39								45																									
3275-3270	50								58																									
3855-3275	56								64																									
3280-3860	52								60																									
3860-3855	53								61																									
4040-4035	26								30																									
6078-1140	58								67																									
1140-6078	-								62																									
2605-6060	-								50																									
6078-6060	-								50																									
2605-4035	-								50																									
6060-2605	-								50																									
6060-6078	-								50																									
4035-2605	-								50																									
2150-3025	36													41																				
3040-2120	48													55																				
2120-3000	54													62																				
3000-2165	54													62																				
2165-2168	26													30																				
3025-2150	35													40																				
2120-3040	48													55																				
3000-2120	55													63																				
2165-3000	55													63																				
2168-2165	30													35																				
2168-2085	26													30																				
2085-2168	30													35																				
1505-2195	41														47																			
1511-1516	112														120																			
1516-3315	51														59																			
3315-4530	56														64																			
4530-1520	61														70																			
1520-1525	54														62																			
1525-1530	51														59																			
1530-1535	46														53																			
1535-1540	45														52																			
2195-1511	56														64																			
2195-1505	40														46																			

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
1516-1511	112														120																			
3315-1516	51														59																			
4530-3315	57														66																			
1520-4530	62														71																			
1525-1520	59														68																			
1530-1525	58														67																			
1535-1530	49														56																			
1540-1535	49														56																			
1511-2195	65														75																			
1985-5130	53															61																		
5130-1990	54															62																		
1990-3875	67															77																		
3875-5015	64															74																		
5015-1995	51															59																		
1995-2000	31															36																		
5570-4785	35															40																		
4905-3265	52															60																		
3265-4940	43															49																		
4945-4780	40															46																		
4975-4790	36															41																		
2000-2515	32															37																		
3445-3450	41															47																		
4780-4785	32															37																		
4790-4795	34															39																		
4795-4800	36															41																		
3450-4905	37															43																		
4940-4945	36															41																		
4975-3445	35															40																		
5570-5575	26															30																		
5130-1985	52															60																		
1990-5130	55															63																		
3875-1990	63															72																		
5015-3875	65															75																		
1995-5015	49															56																		
2000-1995	32															37																		
4785-5570	34															39																		
3265-4905	50															58																		
4940-3265	45															52																		
4780-4945	39															45																		
4790-4975	37															43																		
2515-2000	38															44																		
3450-3445	43															49																		
4785-4780	22															25																		
4795-4790	35															40																		

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
4800-4795	36															41																		
4905-3450	34															39																		
4945-4940	36															41																		
3445-4975	34															39																		
5575-5570	25															29																		
2490-4960	51																59																	
4965-2505	51																59																	
2505-5570	63																72																	
4960-4965	64																74																	
4960-2490	55																63																	
2505-4965	47																54																	
5570-2505	65																75																	
4965-4960	71																82																	
3990-2490	-																50																	
2490-3990	-																50																	
2850-2650	42																	48																
2650-2655	54																	62																
2850-3610	25																	29																
3605-3610	22																	25																
3950-4655	40																	46																
4650-4655	58																	67																
4875-3605	40																	46																
2650-2850	40																	46																
2655-2650	55																	63																
3610-2850	20																	23																
3610-3605	20																	23																
4655-3950	44																	51																
4655-4650	40																	46																
3605-4875	40																	46																
4875-6058	36																	41																
6055-3950	37																	43																
6058-4875	36																	41																
3950-6055	47																	54																
6055-6058	-																	50																
6058-6055	-																	50																
3960-3635	32																		37															
3640-2645	27																		31															
3635-3640	31																		36															
4570-4575	33																		38															
4575-4580	30																		35															
5060-5055	32																		37															
5055-5225	45																		52															
3965-4570	31																		36															
4580-5225	34																		39															

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
3635-3960	34																		39															
2645-3640	35																		40															
3640-3635	31																		36															
4575-4570	32																		37															
4580-4575	30																		35															
5055-5060	24																		28															
5225-5055	39																		45															
4570-3965	31																		36															
5225-4580	33																		38															
1310-2145	49																			56														
2145-3135	55																			63														
3135-3015	61																			70														
3015-3865	57																			66														
3865-2150	33																			38														
2145-1310	54																			62														
3135-2145	55																			63														
3015-3135	67																			77														
3865-3015	61																			70														
2150-3865	39																			45														
2010-3105	48																				55														
3105-4360	58																				67														
2010-3095	47																				54														
4195-4245	43																				49														
4245-4250	75																				86														
4250-4255	76																				87														
4360-4365	61																				70														
4255-4365	63																				72														
3105-2010	34																				39														
4360-3105	64																				74														
3095-2010	52																				60														
4245-4195	57																				66														
4250-4245	76																				87														
4255-4250	64																				74														
4365-4360	68																				78														
4365-4255	56																				64														
1265-3830	51																					90													
1205-5430	74																					90													
5430-1210	57																					90													
1210-1215	61																					90													
1215-1470	63																					90													
1470-1220	42																					90													
1220-1225	59																					90													
1225-5455	67																					90													
5455-1230	62																					90													

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
1230-1235	58																					90												
1240-1245	58																					90												
1250-5470	49																					90												
5470-1255	65																					90												
3830-1265	52																					90												
5430-1205	52																					90												
1210-5430	56																					90												
1215-1210	63																					90												
1470-1215	38																					90												
1220-1470	47																					90												
1225-1220	58																					90												
5455-1225	62																					90												
1230-5455	23																					90												
1235-1230	36																					90												
1245-1240	57																					90												
5470-1250	51																					90												
1255-5470	67																					90												
2910-2915	57																						66											
2915-3970	60																						69											
3970-2900	45																						52											
2915-2910	55																						63											
3970-2915	61																						70											
2900-3970	46																						53											
3660-5110	28																							32										
5110-2980	45																							52										
5110-3660	28																							32										
2980-5110	44																							51										
2840-2845	51																								59									
2845-2875	53																								61									
2845-2840	54																								62									
2875-2845	53																								61									
2720-2725	45																														52			
2755-2745	49																														56			
2750-2755	47																														54			
4225-4290	34																														39			
4290-4295	33																														38			
4890-2750	45																														52			
2800-5105	45																														52			
2725-2795	42																														48			
5100-5105	47																														54			
2725-2720	44																														51			
2745-2755	48																														55			
2755-2750	49																														56			
4290-4225	31																														36			

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
4295-4290	33																														38			
2750-4890	44																														51			
5105-2800	47																														54			
2795-2725	42																														48			
5105-5100	44																														51			
1840-3495	-																															50		
3495-1840	-																															50		
5380-2460	57																																66	
2460-2550	59																																68	
1805-2545	37																																43	
2540-2555	54																																62	
2545-2540	50																																58	
2555-2560	43																																49	
5285-5290	65																																75	
5290-5295	65																																75	
2460-5380	53																																61	
2550-2460	58																																67	
2545-1805	40																																46	
2555-2540	51																																59	
2540-2545	50																																58	
2560-2555	41																																47	
5290-5285	67																																77	
5295-5290	66																																76	
5380-6015	55																																63	
6015-5380	56																																64	
6015-1255	-																																50	
1255-6015	-																																50	
1805-2025	-																																50	
2025-1805	-																																50	
6020-5370	-																																	50
5370-6020	-																																	50
6005-6010	-																									50								
6010-6005	-																									50								
3055-3070	53																										61							
3075-3080	47																										54							
3105-3110	55																										63							
3115-3120	59																										68							
3125-3055	56																										64							
3120-3125	61																										70							
3130-3100	46																										53							
3100-3115	55																										63							
3110-3130	52																										60							
3070-3055	53																										61							
3080-3075	47																										54							

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
3110-3105	52																										60							
3120-3115	62																										71							
3055-3125	54																										62							
3125-3120	57																										66							
3100-3130	48																										55							
3115-3100	55																										63							
3130-3110	52																										60							
3745-3750	38																											44						
3050-4955	35																											40						
3750-5255	37																											43						
5255-4955	37																											43						
3750-3745	48																											55						
4955-3050	35																											40						
5255-3750	37																											43						
4955-5255	37																											43						
4060-2760	57																												66					
2775-2780	73																												84					
2790-2795	75																												86					
2780-2790	75																												86					
4045-4625	50																												58					
4625-3745	43																												49					
4045-4050	27																												31					
4050-4055	44																												51					
2760-4060	57																												66					
2780-2775	67																												77					
2795-2790	65																												75					
2790-2780	65																												75					
4625-4045	52																												60					
3745-4625	41																												47					
4050-4045	30																												35					
4055-4050	43																												49					
2705-5060	36																													41				
2715-2665	27																													31				
2665-2685	41																													47				
2685-2675	52																													60				
2675-2705	41																													47				
2710-2715	63																													72				
2785-2710	57																													66				
2800-2785	57																													66				
5060-2705	36																													41				
2665-2715	24																													28				
2685-2665	42																													48				
2675-2685	52																													60				
2705-2675	42																													48				

Na-Nb	ba	1	2	3	3b	4	5	5a	6	6b	7a	7b	7c	8	9	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25a	25b	25c	25d	25e	26	27	28	29
2715-2710	60																													69				
2710-2785	53																													61				
2785-2800	57																													66				
6035-1422	-																																	
1422-6035	-																																	
6025-6035	-				50																													
6035-6025	-				50																													
3845-6040	-																																	
6040-3845	-																																	
3158-6065	55									63																								
3160-6070	52									60																								
4335-6080	60									69																								
6060-3158	58									67																								
4205-6075	58									67																								
6065-3158	54									62																								
6070-3160	55									63																								
6080-4335	61									70																								
3158-6060	58									67																								
6075-4205	54									62																								
6080-6075	-									50																								
6070-6065	-									50																								
6075-6080	-									50																								
6065-6070	-									50																								
6085-3310	-										50																								
3310-6085	-										50																								
6095-6090	36											41																							
6090-6095	38											44																							
6095-1605	-											50																							
6085-6090	-											50																							
1605-6095	-											50																							
6090-6085	-											50																							
1080-2370	51												59																						
2365-1790	36												41																						
1790-4695	41												47																						
4700-2370	36												41																						
4695-4700	35												40																						
2370-1080	51												59																						
1790-2365	24												28																						
4695-1790	42												48																						
2370-4700	37												43																						
4700-4695	36												41																						

Fuente Elaboración propia

La nomenclatura utilizada en el cuadro anterior es la siguiente:

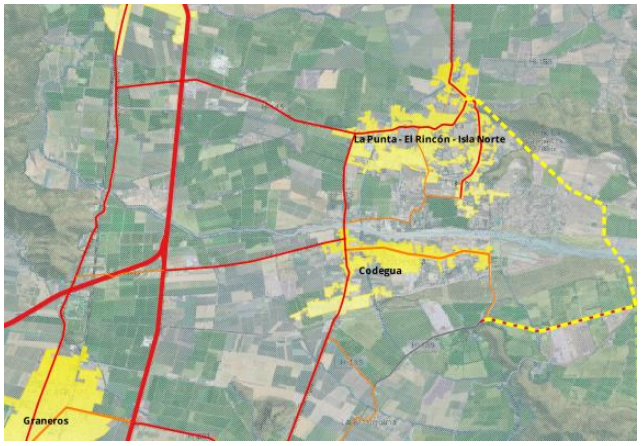
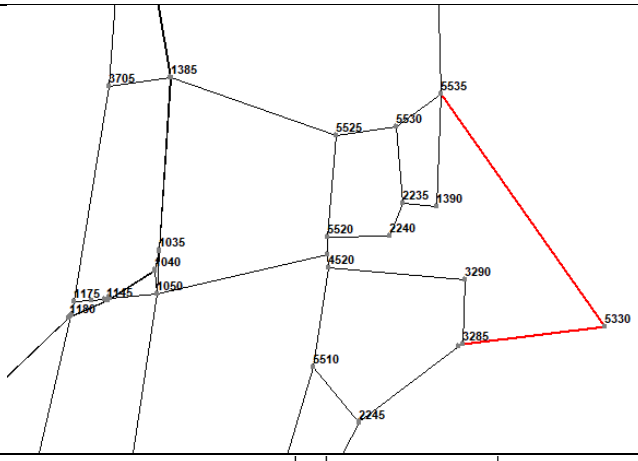
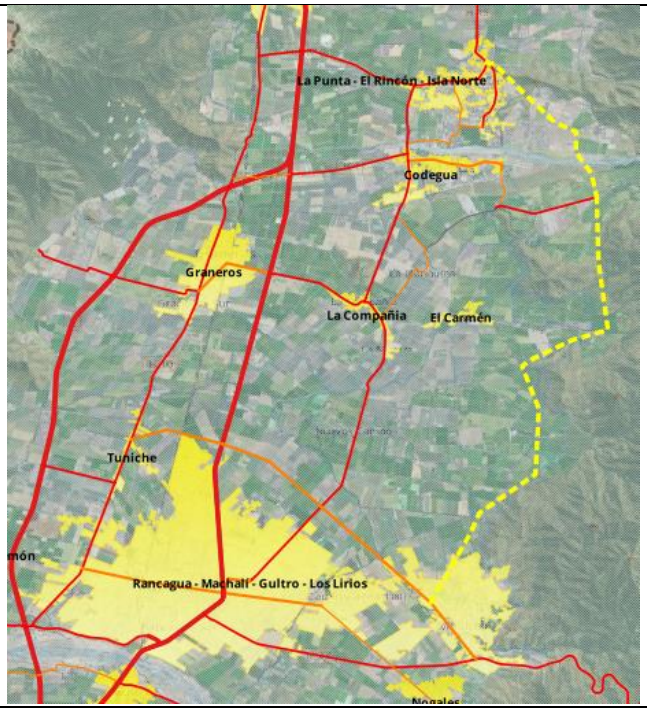
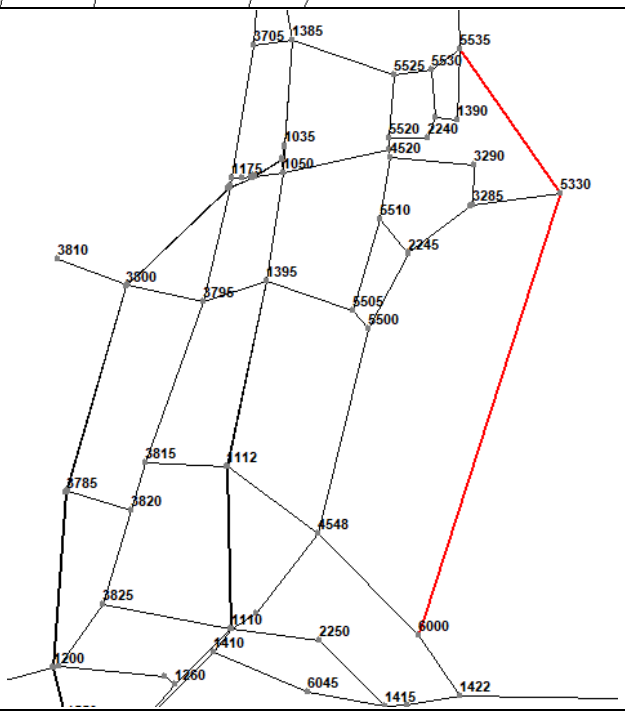
CUADRO 11.3-2: NOMENCLATURA PROYECTOS Y PLANES

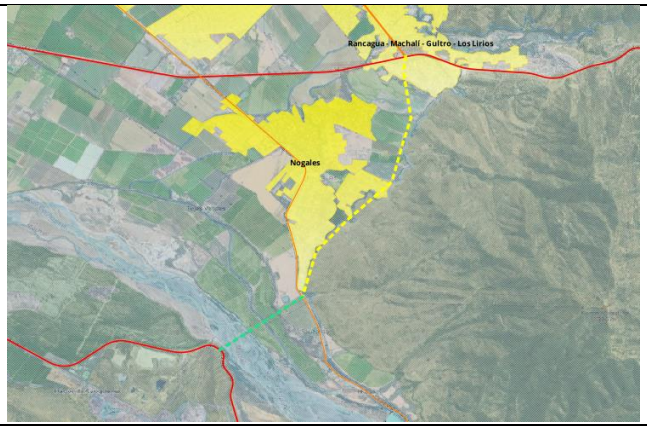
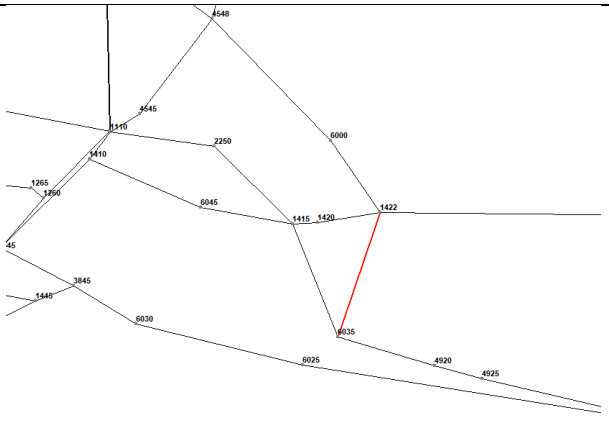
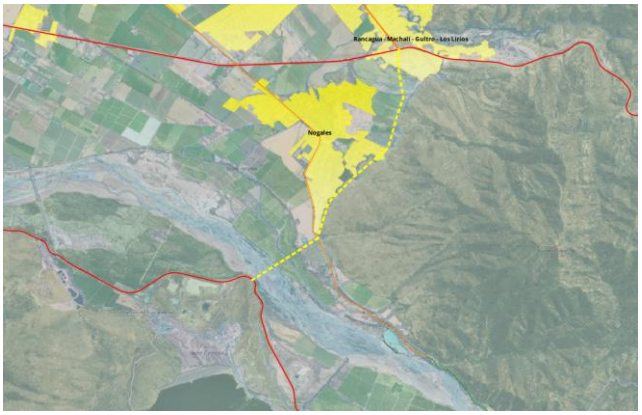
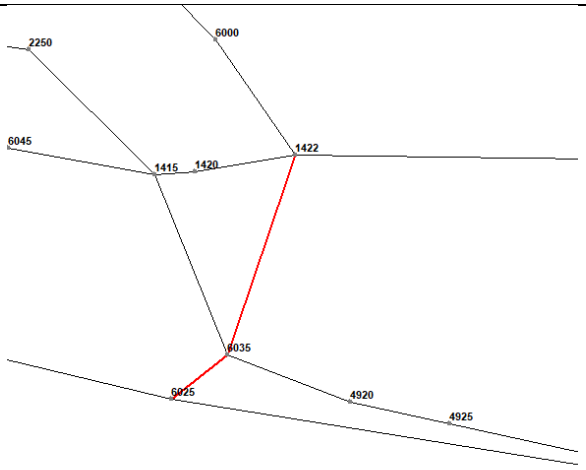
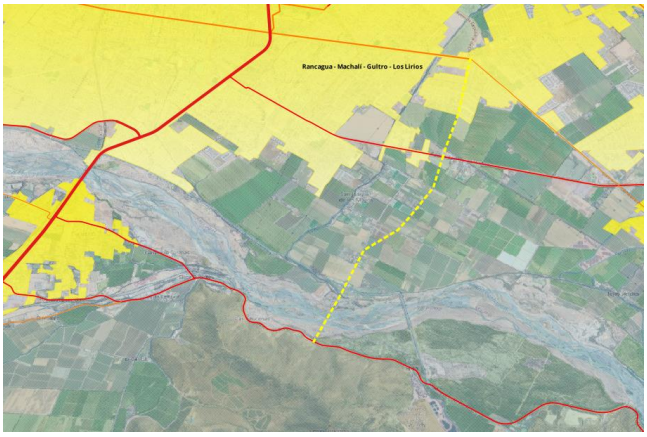
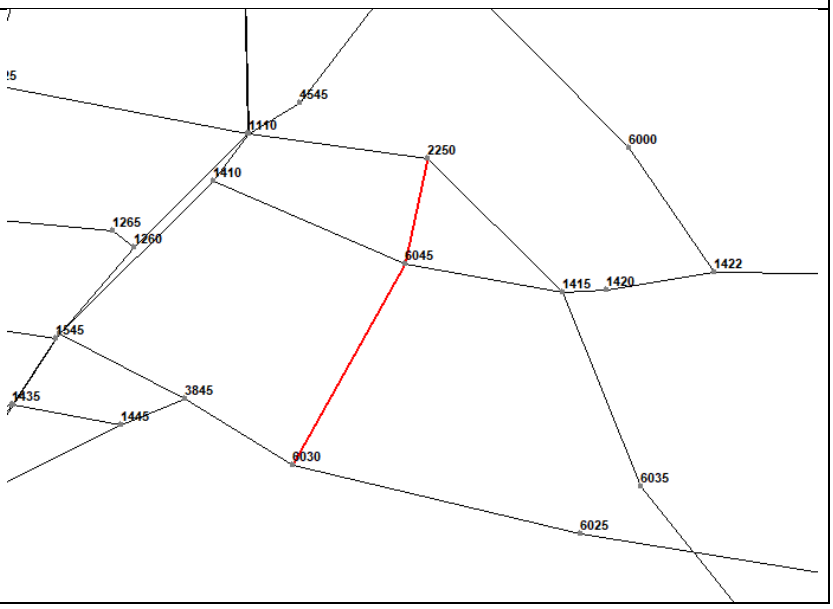
Proyecto	Descripción
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí
3	Conexión Sur Machalí
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur
4	Conexión Cachapoal
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo
5a	Conexión Sur Cachapoal
6	Conexión Oriente Tinguiririca
6b	Variante Morza Conexión Oriente Tinguiririca
7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario
7c	Conexión Poniente Ruta 90 – Ruta 5
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén
25e	Proyecto Mejoramiento S. Pedro Alcántara – Límite Regional
26	Mejoramiento Conexión Nilahue del Medio – Hualañé
27	Conexión Huique - Millahue
28	Conexión El Barco - Peumo
29	Conexión Pichidegua – La Rosa

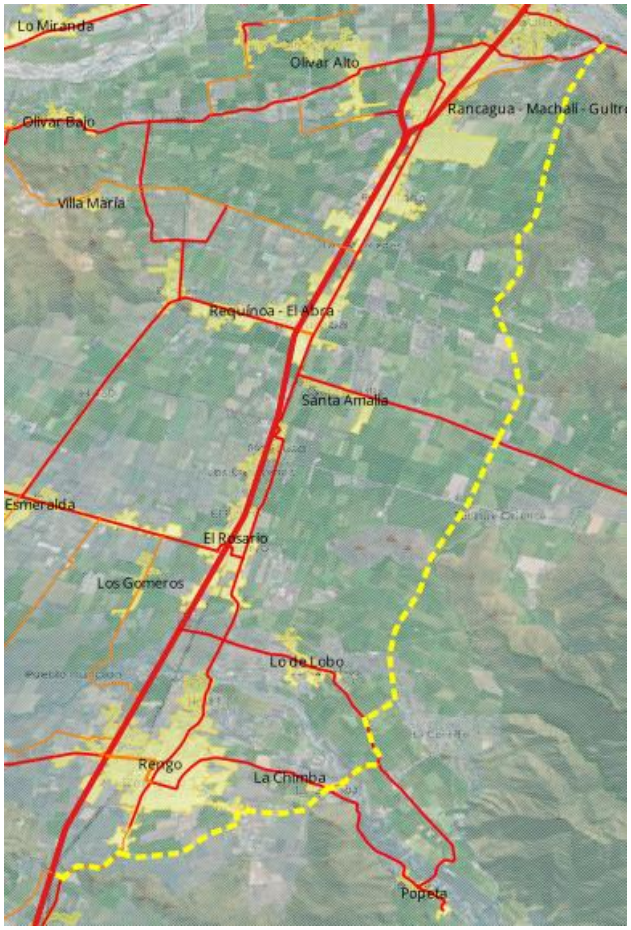
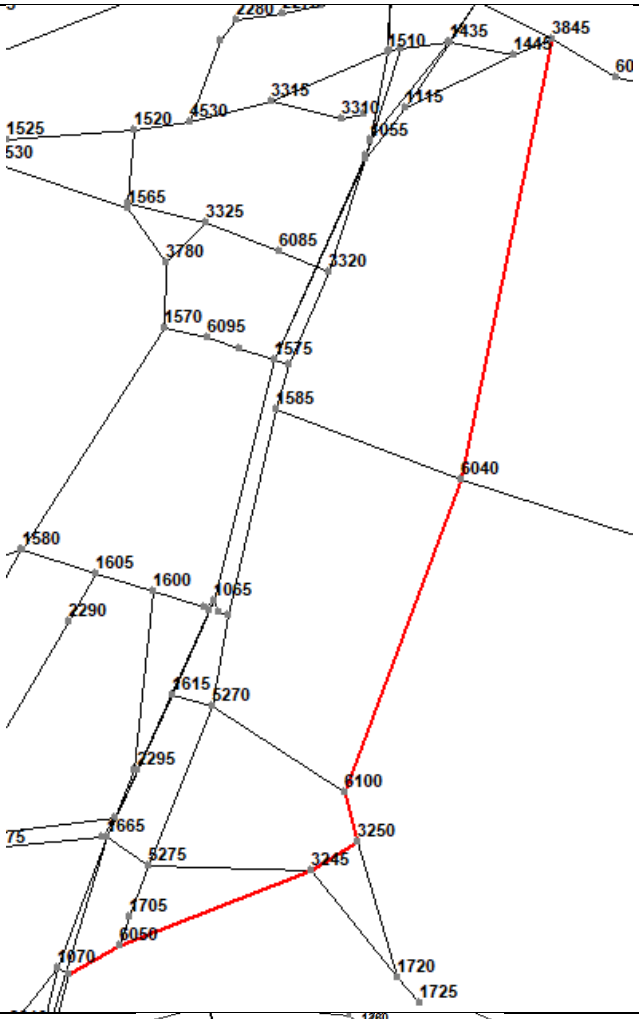
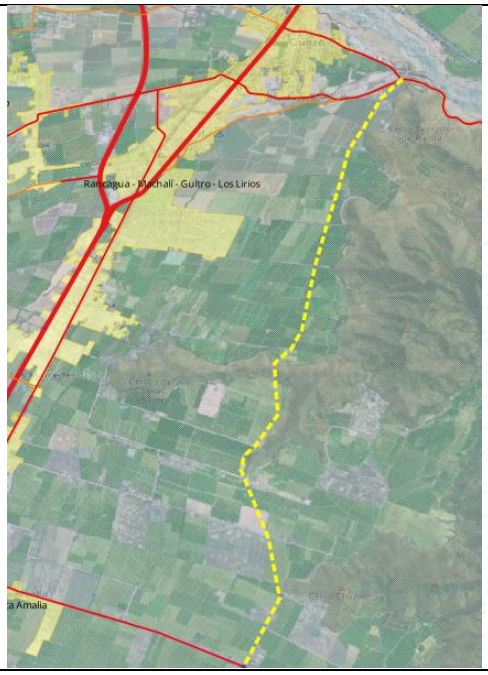
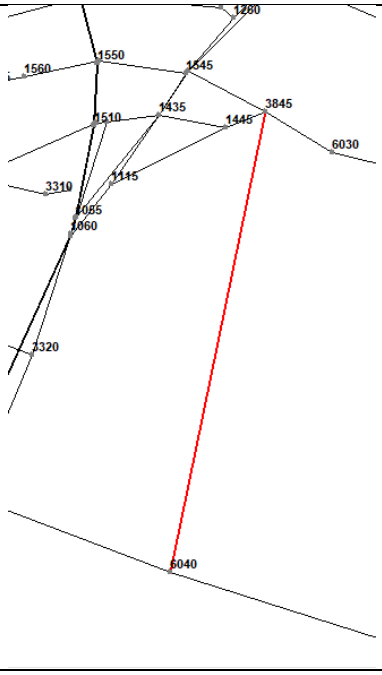
11.3.2 Modelación de alternativas

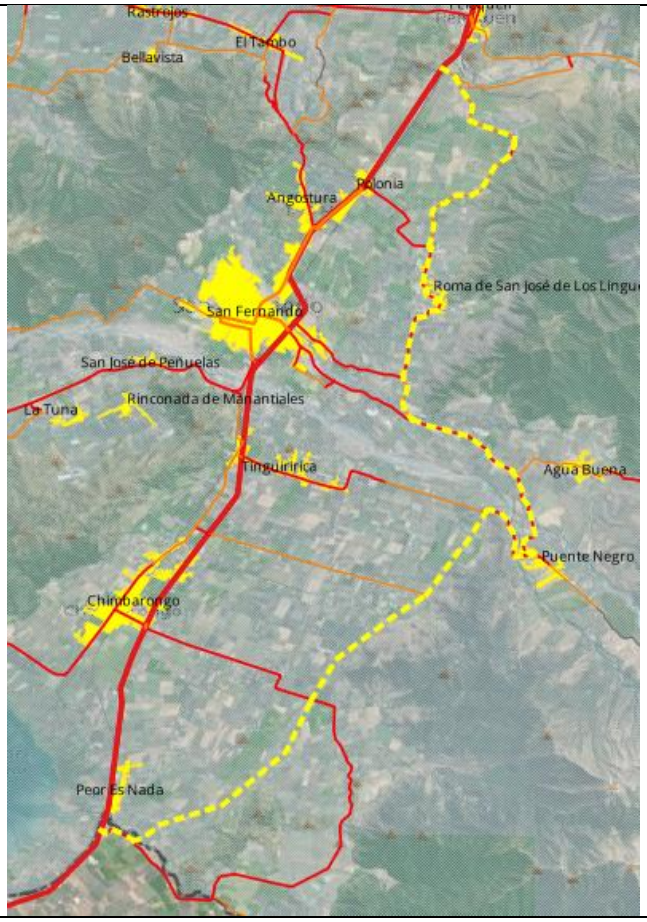
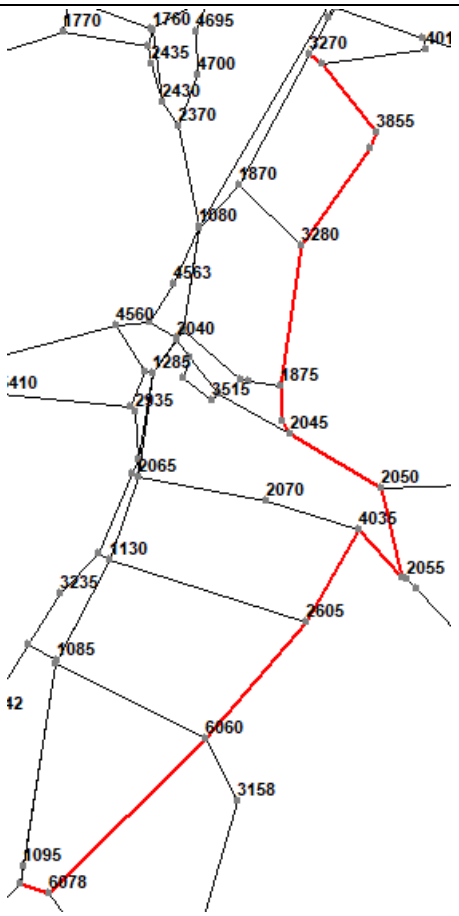
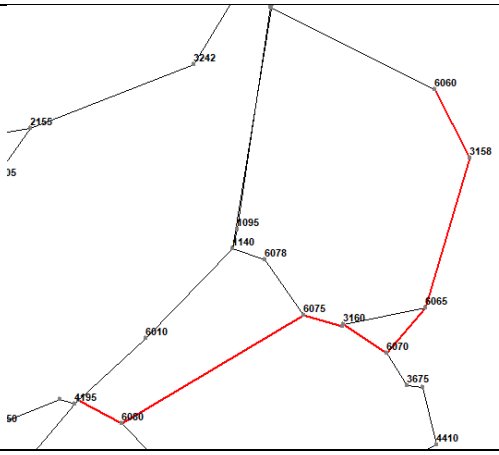
En base a los tramos viales identificados en que se observaron mejoramientos potenciales se construyeron alternativas integrales que involucran varios tramos de forma de dar continuidad a ejes transversales Oriente-Poniente o Sur Norte de la región de O'Higgins. A continuación, se presentan los proyectos identificados y en paralelo se muestra la codificación del proyecto en el modelo.

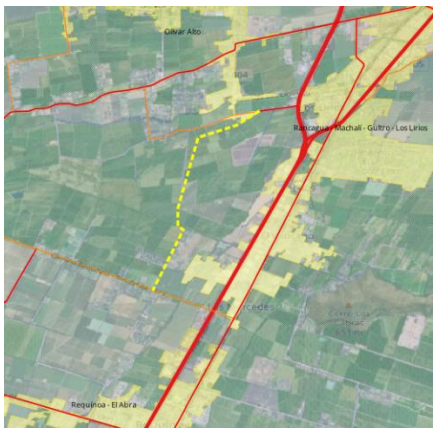
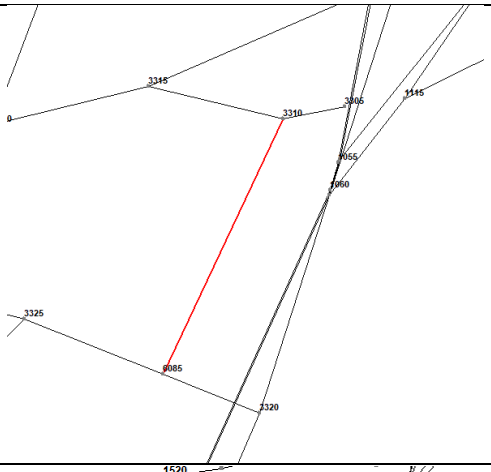
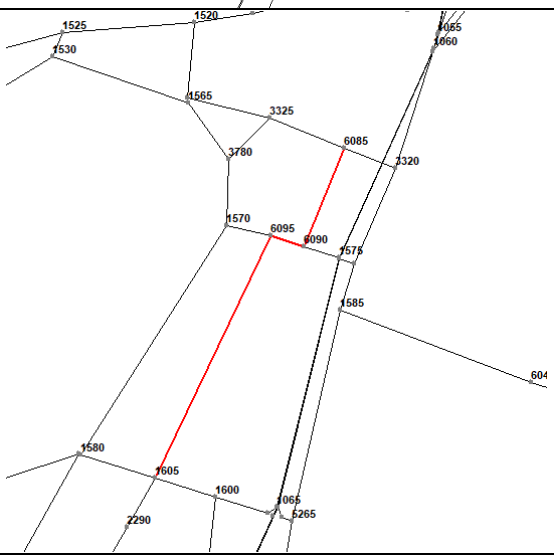
CUADRO 11.3-3: PROYECTOS IDENTIFICADOS

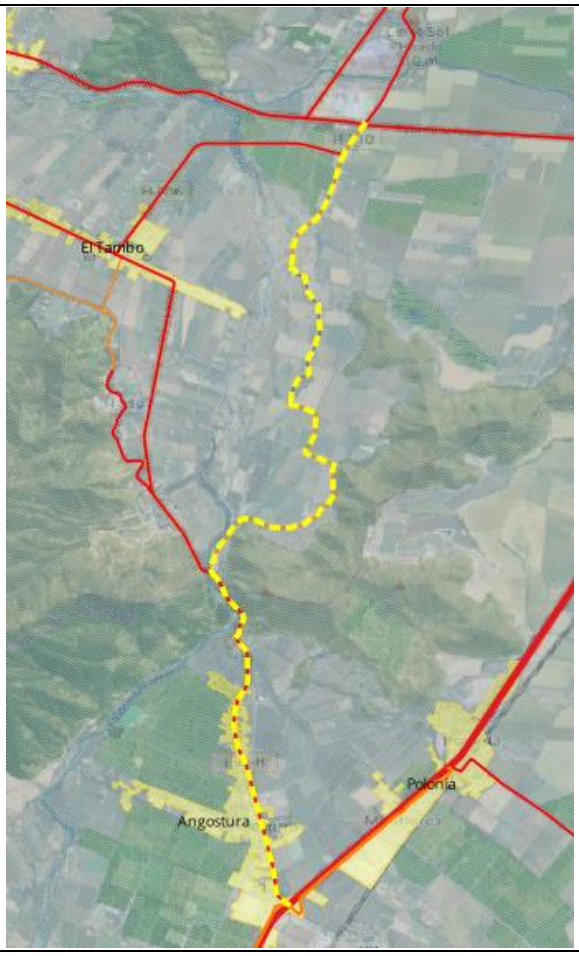
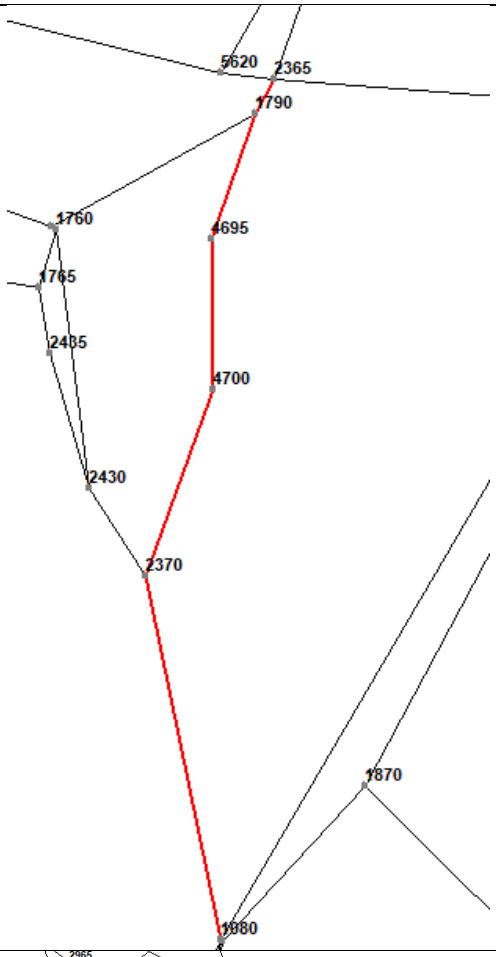
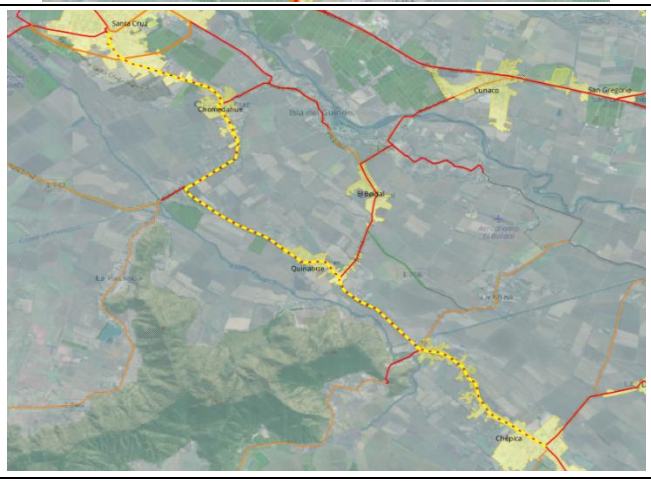
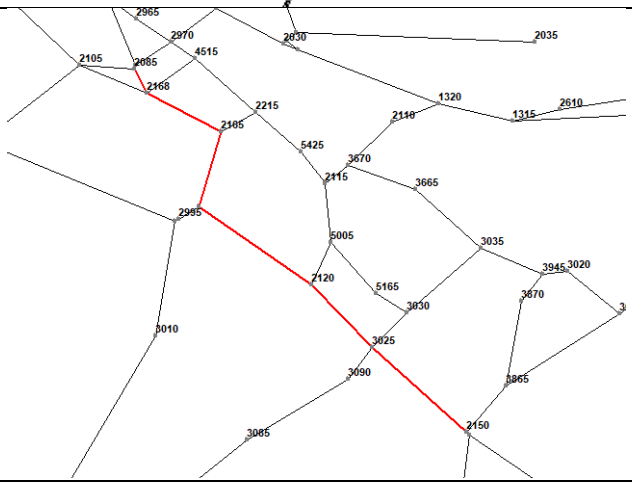
PE	Proyecto	Codificación
1		
2		

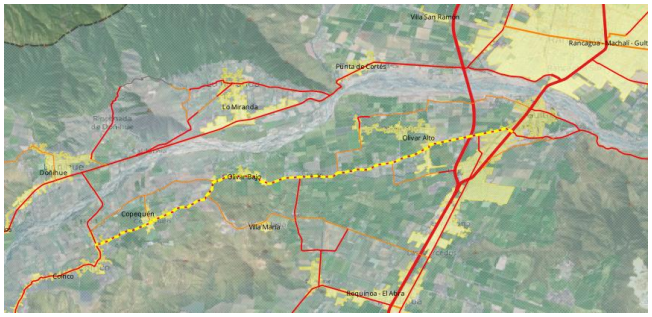
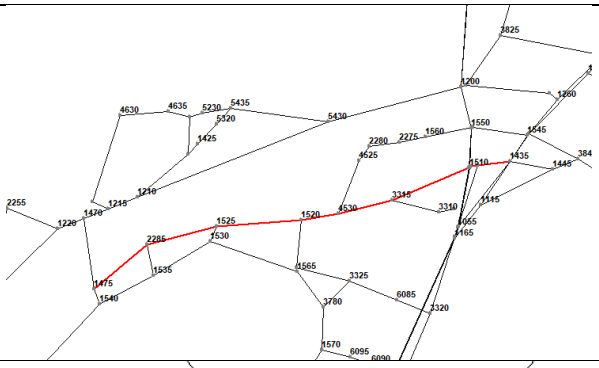
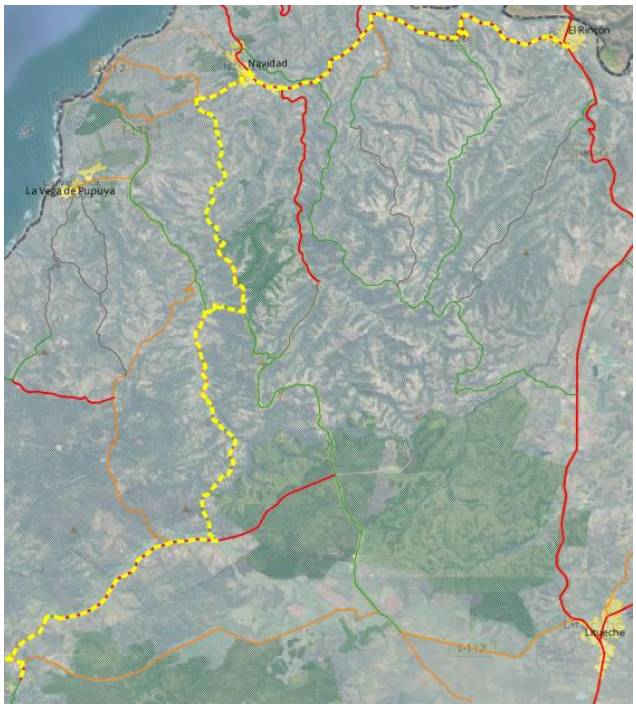
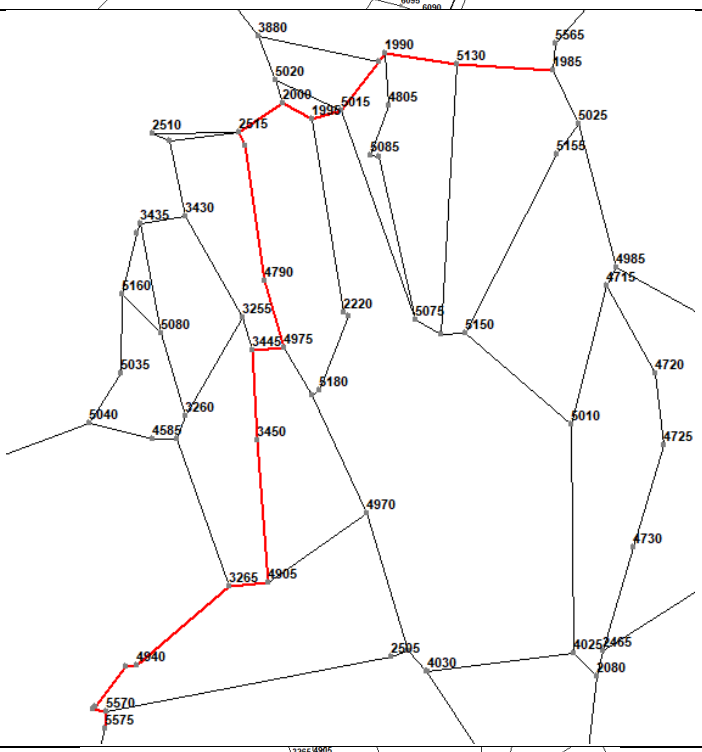
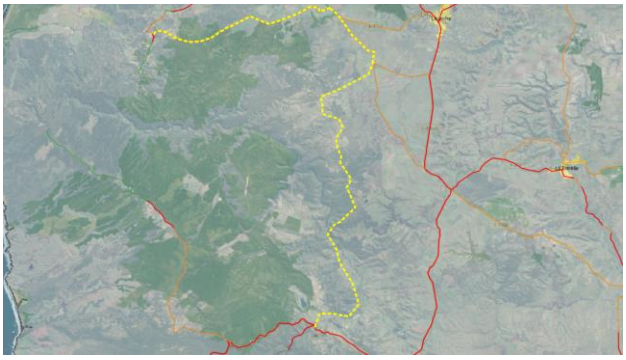
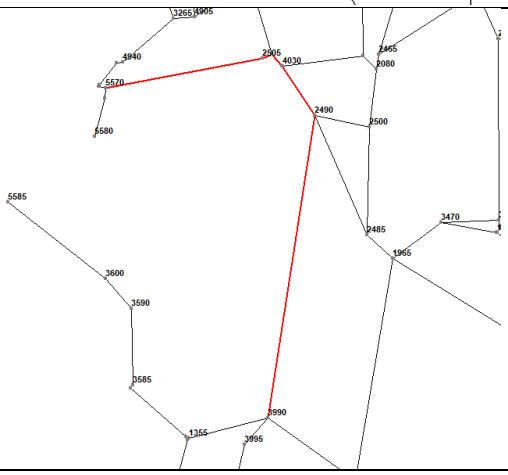
3	 Rancagua - Machalí - Gultro - Los Lirios Nogales	 4548 4545 1110 2250 6000 1410 1265 1260 6045 1415 1420 1422 45 3845 1448 6030 6035 6025 4920 4925
3b	 Rancagua - Machalí - Gultro - Los Lirios Nogales	 2250 6000 6045 1415 1420 1422 6035 6025 4920 4925
4	 Rancagua - Machalí - Gultro - Los Lirios	 4545 1110 2250 6000 1410 1265 1260 6045 1415 1420 1422 1545 1435 3845 1445 6030 6035 6025

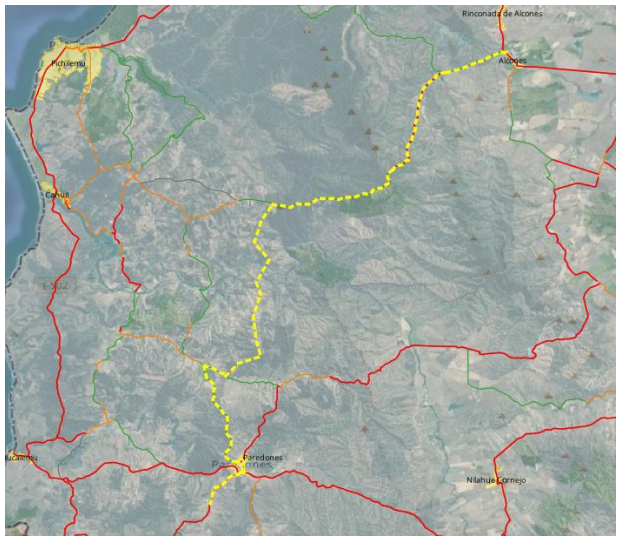
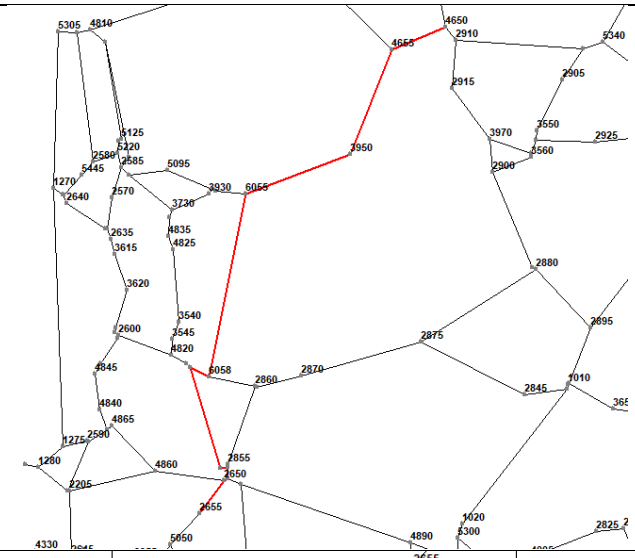
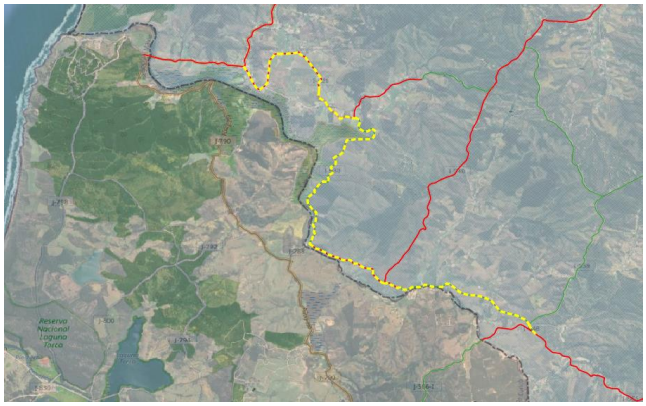
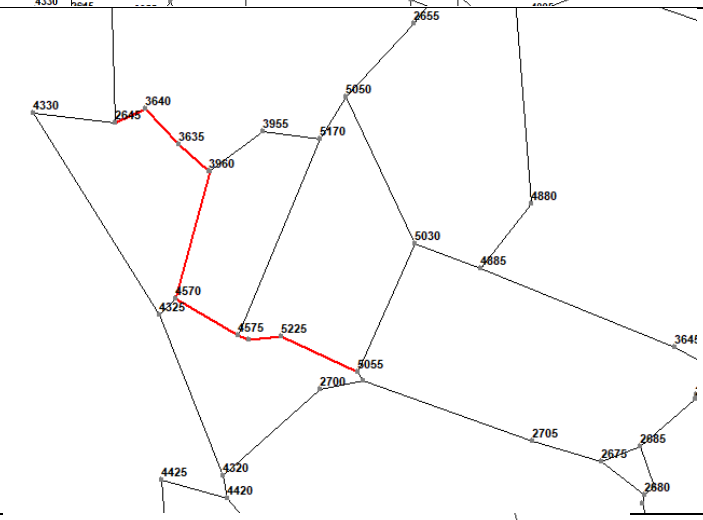
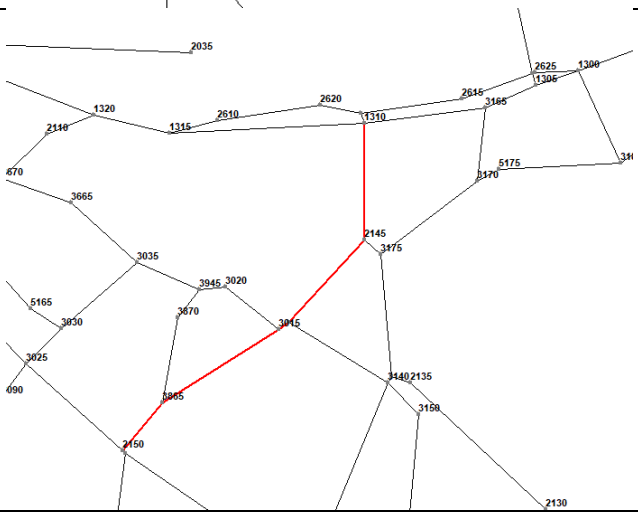
5	 Lo Miranda Olivar Alto Olivar Bajo Rancagua - Machalí - Gultro Villa María Requínoa - El Abra Santa Amalia Esmeralda El Rosario Los Gomeros Lo de Lobo Rengo La Chimba Popeta	 2280 1510 1435 3845 1445 60 3315 1115 1525 1520 1530 3310 6055 530 1565 3325 6085 3780 3320 1570 6095 1575 1585 6040 1580 1605 1600 1065 2290 1615 6270 2295 6100 75 1665 3250 6275 3245 1705 6050 1070 1720 1725
5a	 Rancagua - Machalí - Gultro - Los Lirios	 1280 1560 1550 1545 1510 1435 3845 1445 6030 3310 1115 6085 1060 1320 6040

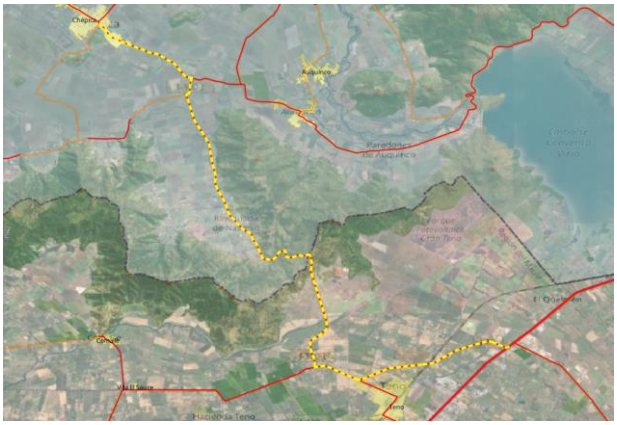
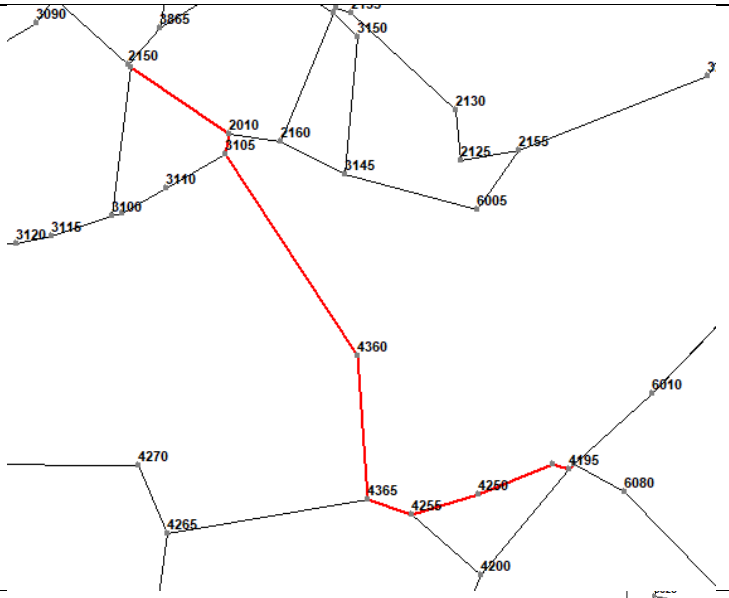
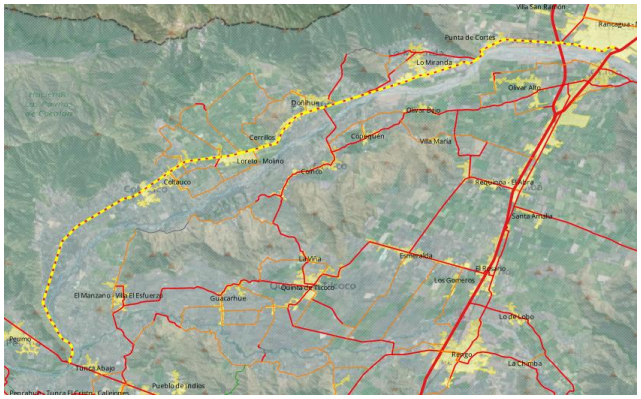
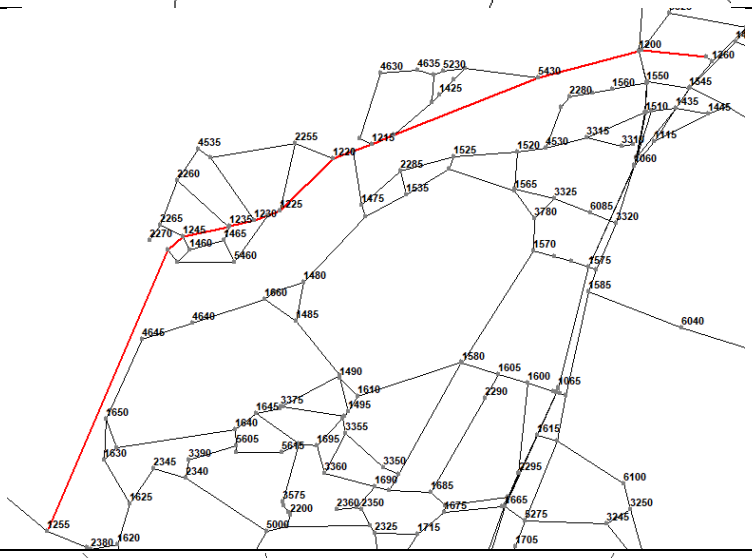
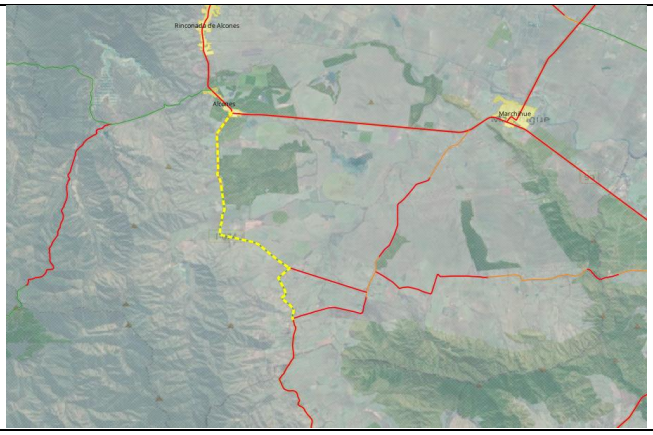
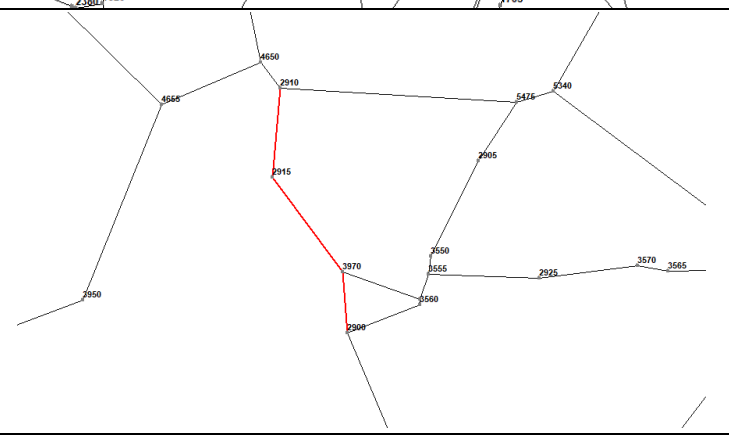
6	 Rastrojos El Tambo Bellavista Angostura Polonia Roma de San José de Los Lingu San Fernando San José de Peñuelas Rinconada de Manantiales La Tuna Tinguiririca Agua Buena Puente Negro Chimbarongo Peor Es Nada	 1770 1760 4695 2435 4700 2430 2370 3270 401 3855 1870 1080 3280 4563 4560 2040 1285 410 2935 3515 1875 2045 2065 2070 2050 4036 1130 2055 3235 2605 1085 12 6060 3158 1095 6078
6b	Peor Es Nada	 3242 6060 2156 3158 6095 1140 6078 6075 3160 6065 6010 6070 3675 4195 6080 4410

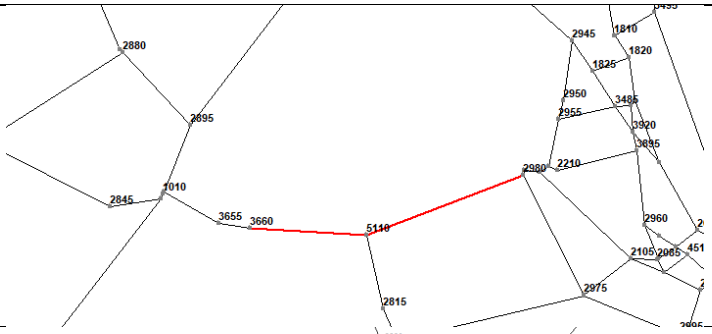
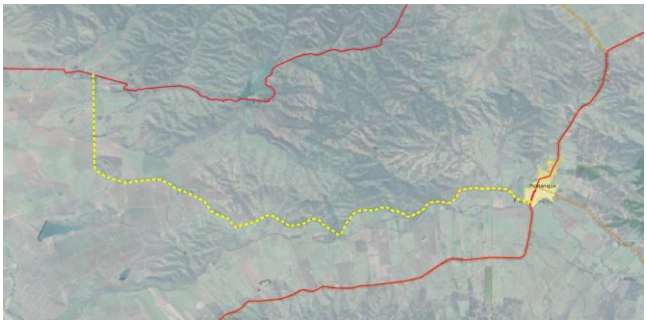
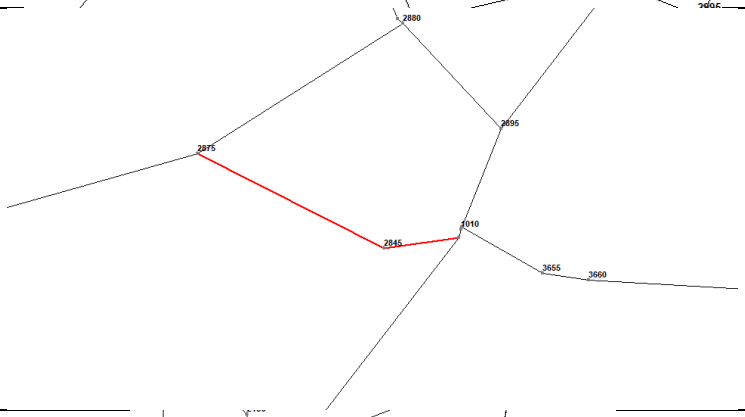
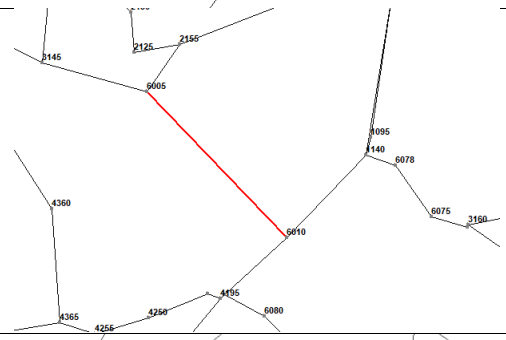
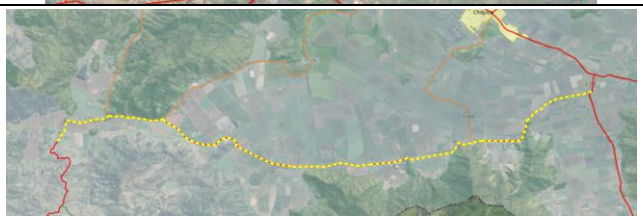
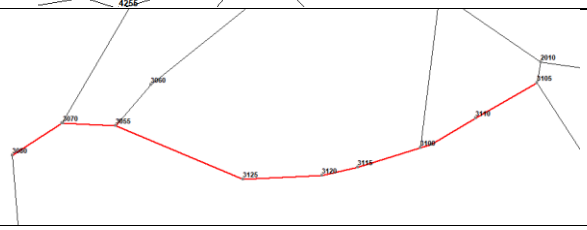
7a	 Olivar Alto Rancagua - Machalí - Gultro - Los Lirios Requínoa - El Abra	 3345 3310 3305 1145 6055 1060 3325 6085 3320
7b	Rancagua - Machalí - Gultro - Los Lirios Requínoa - El Abra Santa Amalia El Rosario Los Gomeros	 1520 1525 1530 6055 1060 1565 3325 6085 3780 3320 1570 6095 6090 1575 1585 1580 1605 1600 1065 6265 2290

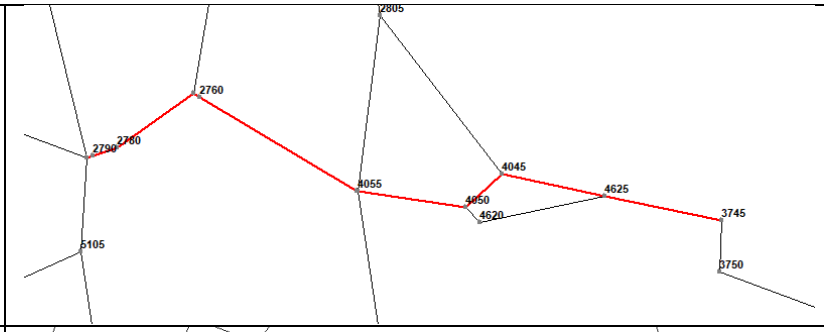
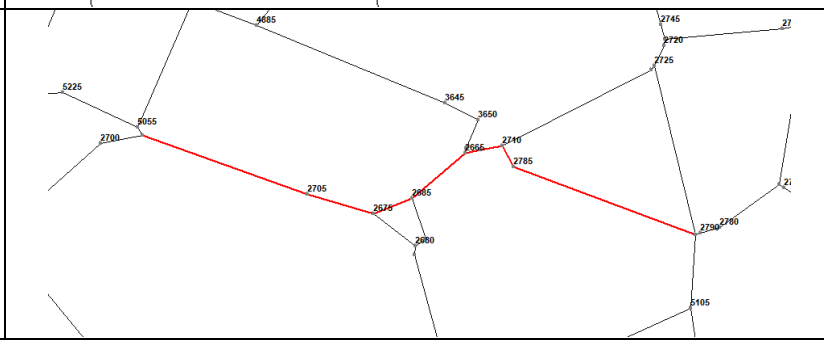
7c	 El Tambo Polonia Angostura	 5620 2365 1790 1760 4695 1765 2435 4700 2430 2370 1870 1980
8	 Santa Cruz Chimbarongo Cunaco San Gregorio Bibosal Quinahue Chépica	 2965 2970 2630 2035 2105 2085 4515 2168 2215 1320 2610 1315 2110 2165 5425 3670 2115 3665 2995 5005 3035 3945 3020 2120 5165 3670 3030 3010 3025 3090 3865 2150 3085

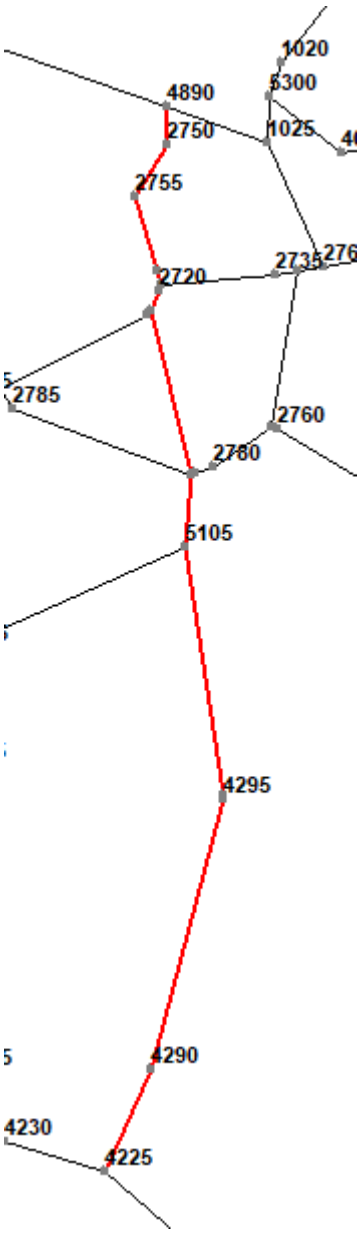
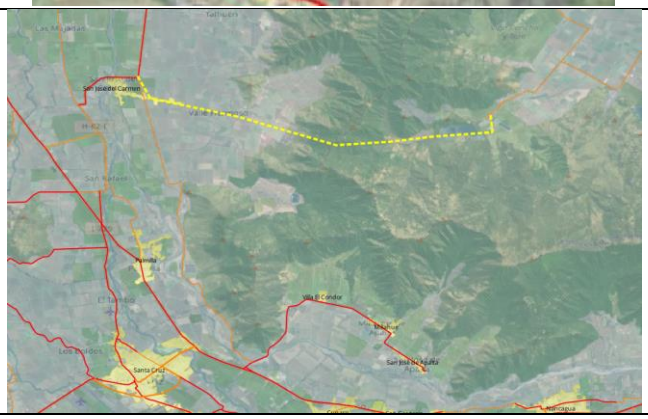
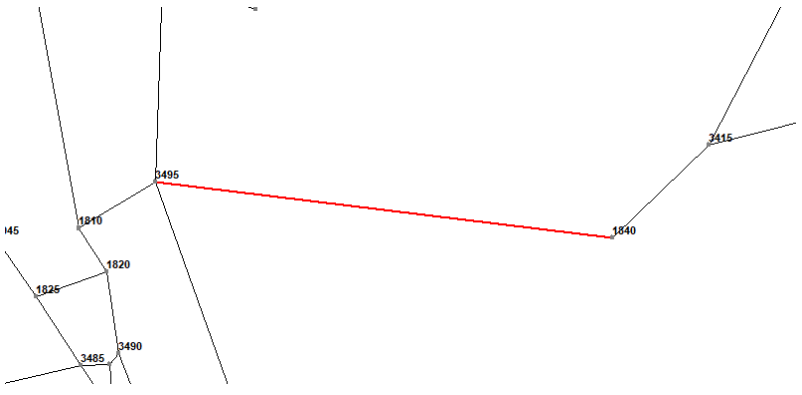
9		
11		
12		

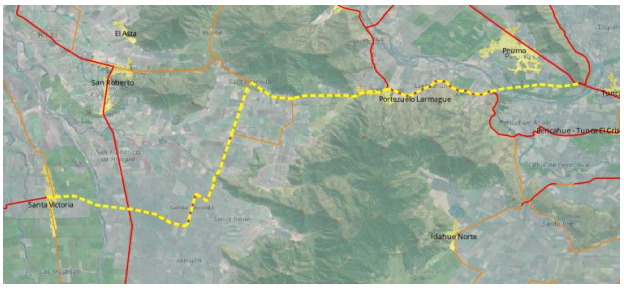
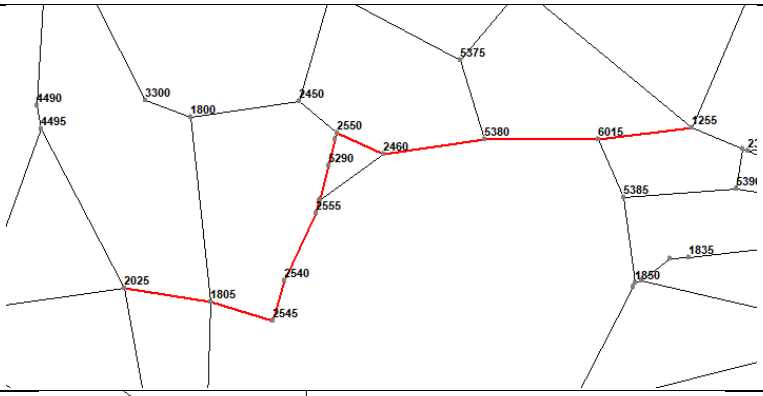
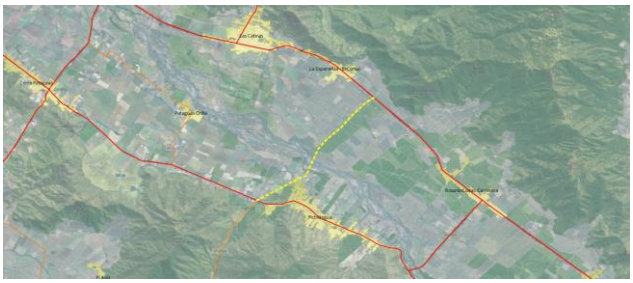
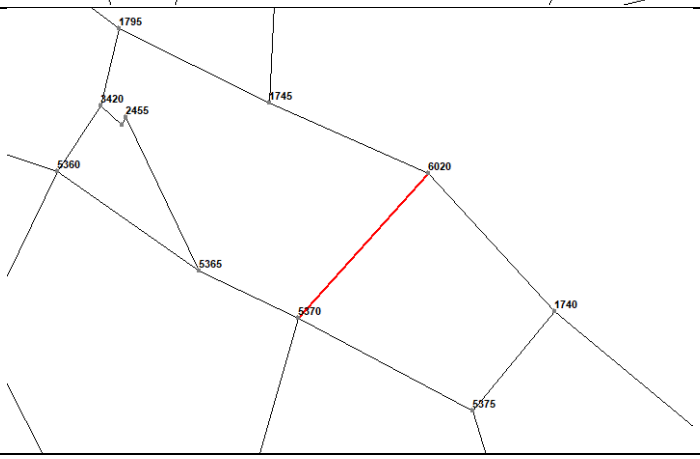
13	 Rinconada de Alcones Alcones Pichilemu Cahuil Paredones Nilahue Cornejo	 5305 4810 4650 4655 2910 5340 2915 2905 3970 3550 2925 3950 3560 2900 5125 5220 2585 2580 5445 5095 1270 2640 2570 3930 6055 3730 2635 4835 3615 4825 2880 3620 3540 2600 3545 2895 4820 2875 4845 6058 2860 2870 2845 1010 4840 4865 1275 2580 1280 4860 7855 2205 2650 2655 1020 5300 5050 4890 4330
14	 Reserva Nacional Laguna Torca	 2655 5050 4330 3640 2645 3635 3955 5170 3960 4880 5030 4885 4570 4325 4575 5225 3645 5055 2700 2705 2885 2675 4425 4320 2880 4420
15	Cunaco San Gregorio Nancagua Puquillay Alto Puquillay Bajo Las Arañas Chépica	 2035 2625 1300 1305 1320 2620 2615 2610 1310 3185 2110 1315 5175 3170 3665 2145 3175 3035 3945 3020 5165 3870 3030 3015 3025 3140 2135 3160 2150 2130

16		 3090 3865 2150 3150 2130 2010 3105 2160 2125 2155 3145 3110 3100 6005 3120 3115 4360 6010 4270 4195 6080 4365 4250 4255 4265 4200
21		 1200 1260 4630 4635 5230 5430 1425 1550 1545 2280 1560 1510 1435 1445 4535 2255 1220 1215 1520 4530 3315 3310 1145 1525 2285 3060 2260 1565 3325 1475 1535 3780 6085 3320 2265 1235 1230 1225 2270 1245 1465 1460 5460 1570 1575 1480 1585 1860 1485 6040 4640 4645 1580 1605 1600 1065 1490 1610 2290 1645 3375 1495 1650 1840 3355 1615 5605 5645 1695 1630 2345 3390 3360 3350 2340 1690 1685 6100 1625 2200 2360 2350 1675 1665 5275 3250 1255 5000 2325 1715 3245 2380 1620 1705
22		 4650 2910 4665 5340 5475 2905 2915 3550 3555 3970 2925 3570 3565 2950 3560 2900

23		
24		
25a		
25b		
25c		

25d		 2805 2760 2790 2780 4045 4055 4050 4625 4620 3745 5105 3750
25e		 4685 2745 2720 2725 5225 3645 3650 5055 2700 2740 2656 2785 2705 2678 2665 2790 2780 2680 5105

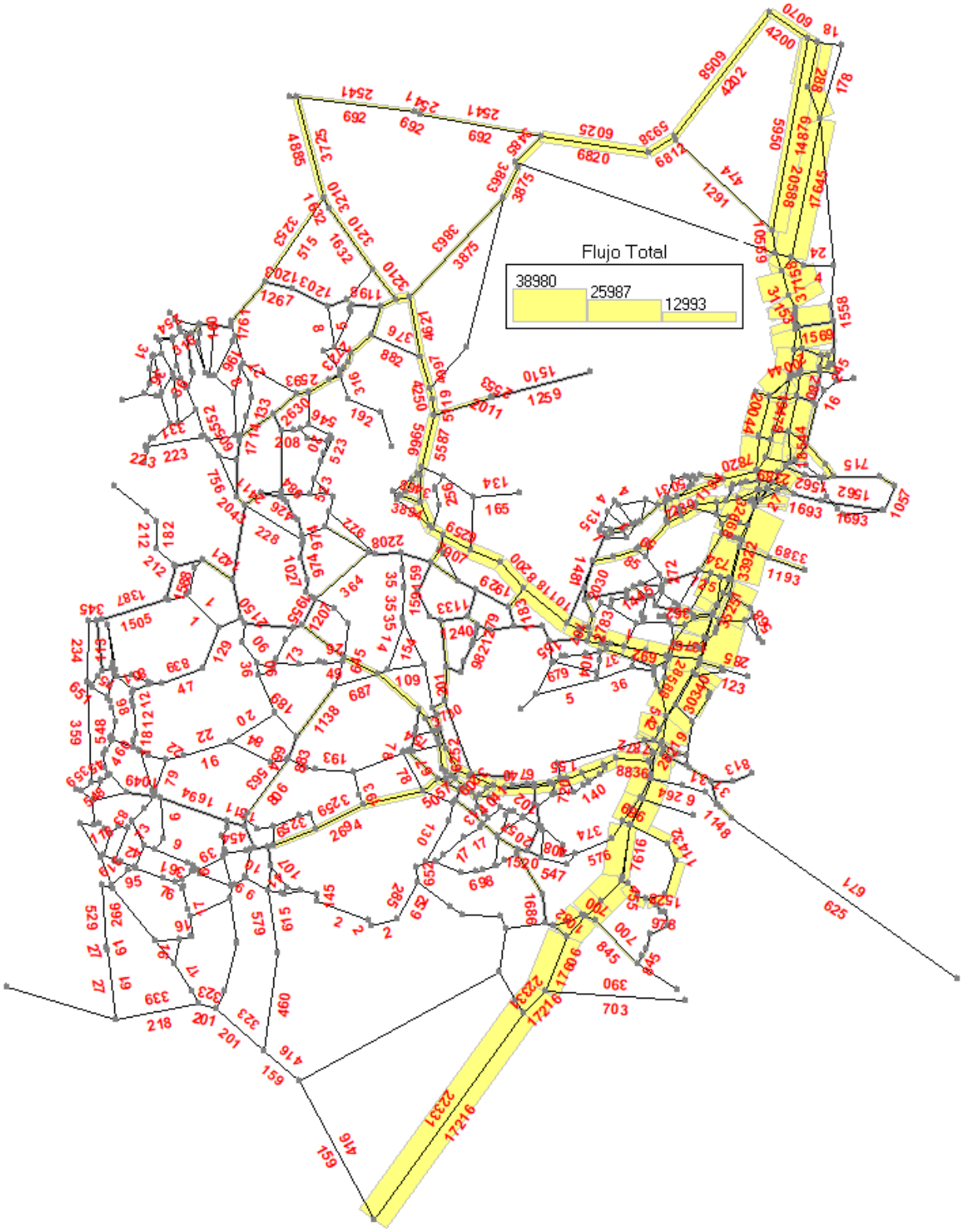
26	Nilahue Cornejo Huaiahé	 1020 5300 4890 2750 1025 2755 2735 2720 2785 2760 2780 5105 4295 4290 4230 4225
27		 3495 1810 1820 1825 3490 3485 1840 3415

28		
29		

Fuente Elaboración propia

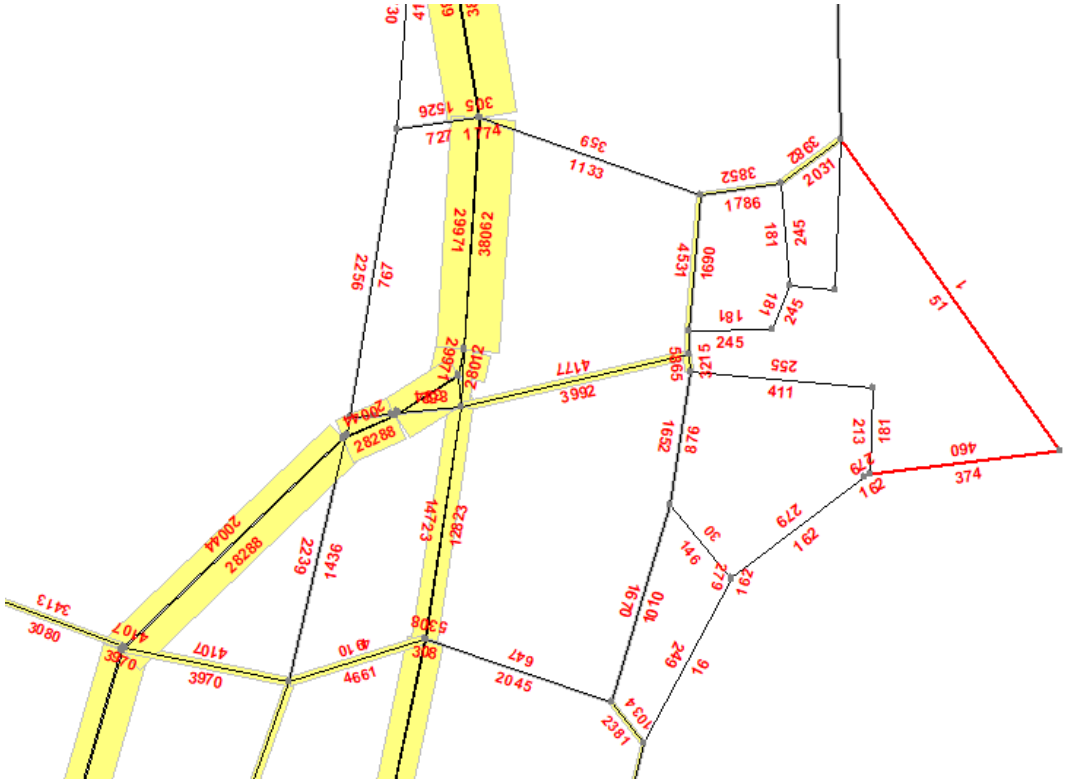
En las siguientes figuras se observa la demanda en términos de TMDA de cada alternativa:

FIGURA 11.3-1: TMDA 2029 MODELADO SITUACIÓN BASE



Fuente Elaboración propia

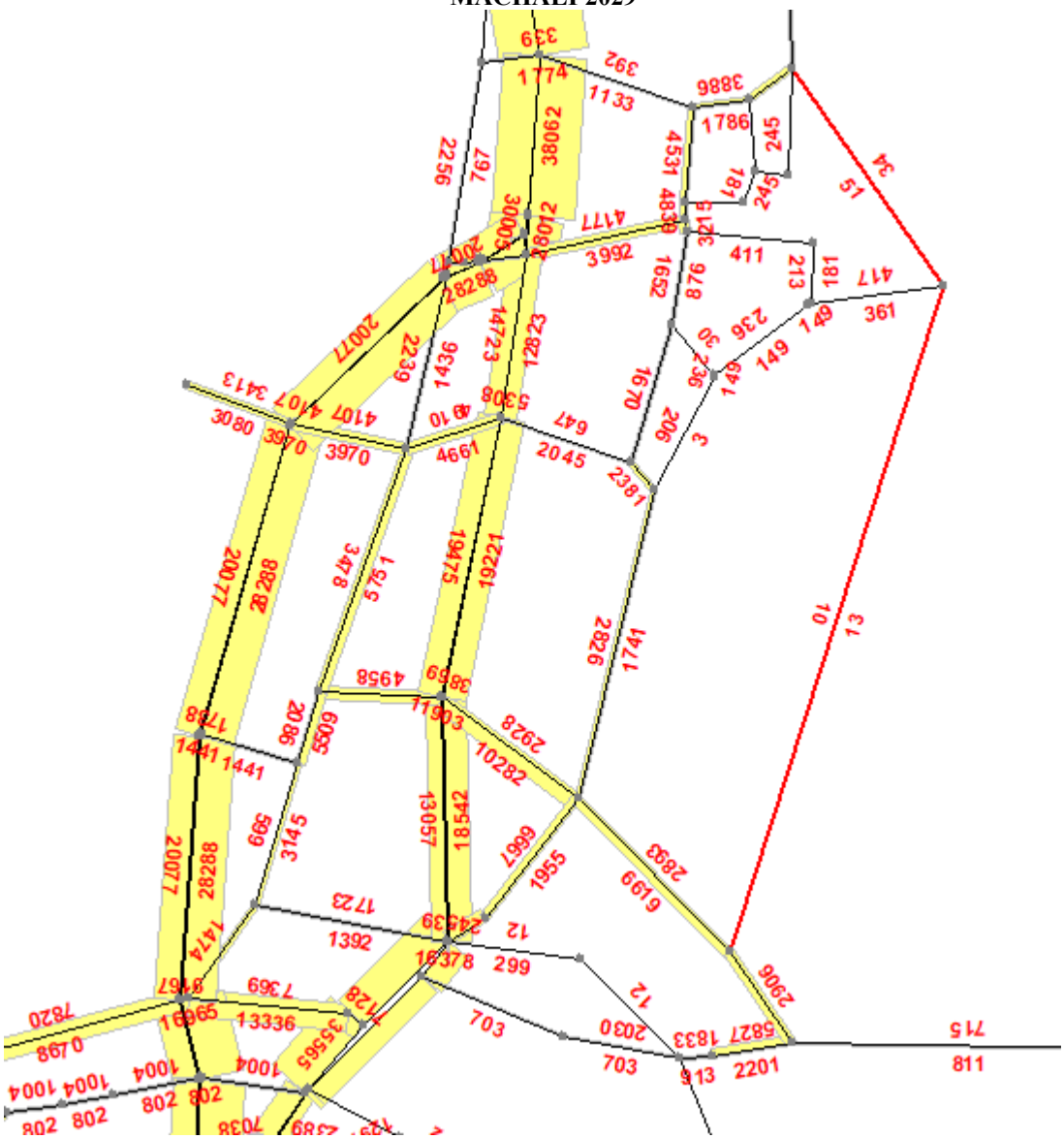
FIGURA 11.3-2: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 1: CONEXIÓN LA PUNTA DE CODEGUA – CARMEN ALTO
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo bajo con un TMDA29 del orden de 450 veh/día en el tramo más cargado. El otro tramo (norte) tiene un flujo bajo.

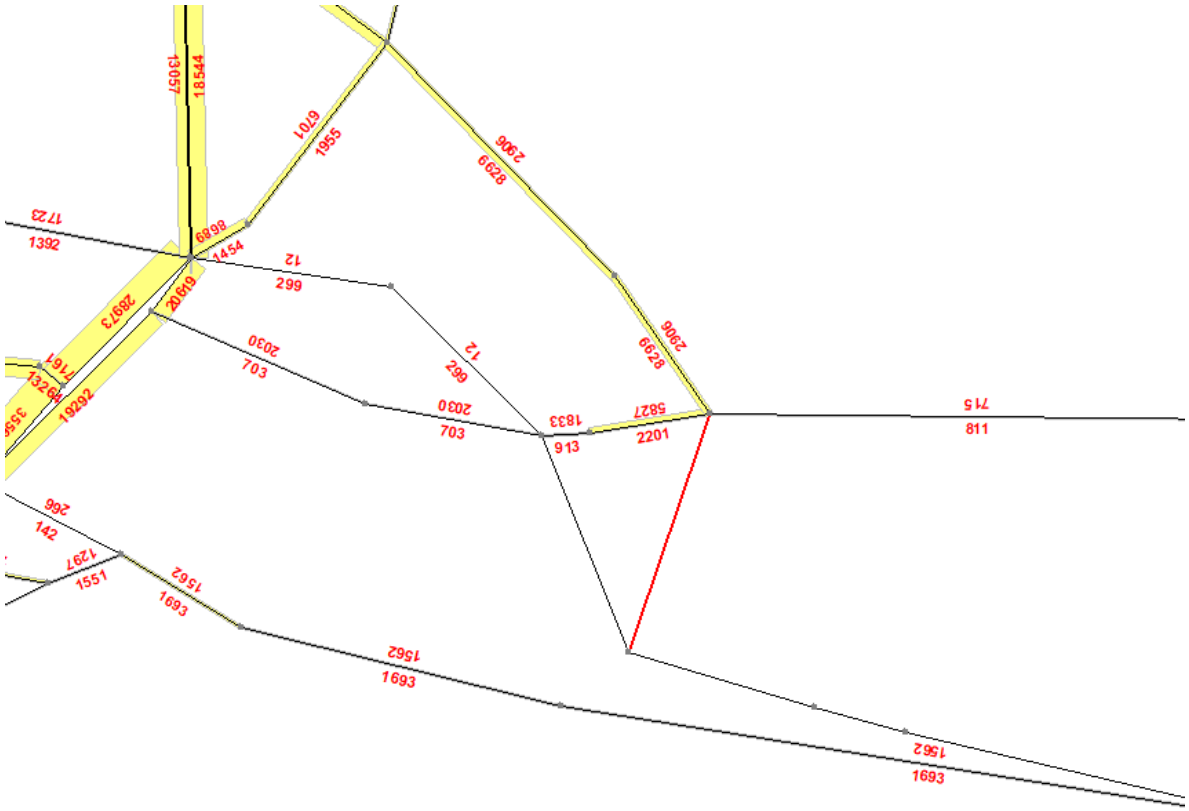
FIGURA 11.3-3: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 2: CONEXIÓN ORIENTE CODEGUA – MACHALÍ 2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto prácticamente no atrae tránsito, es decir no es atractivo para su uso.

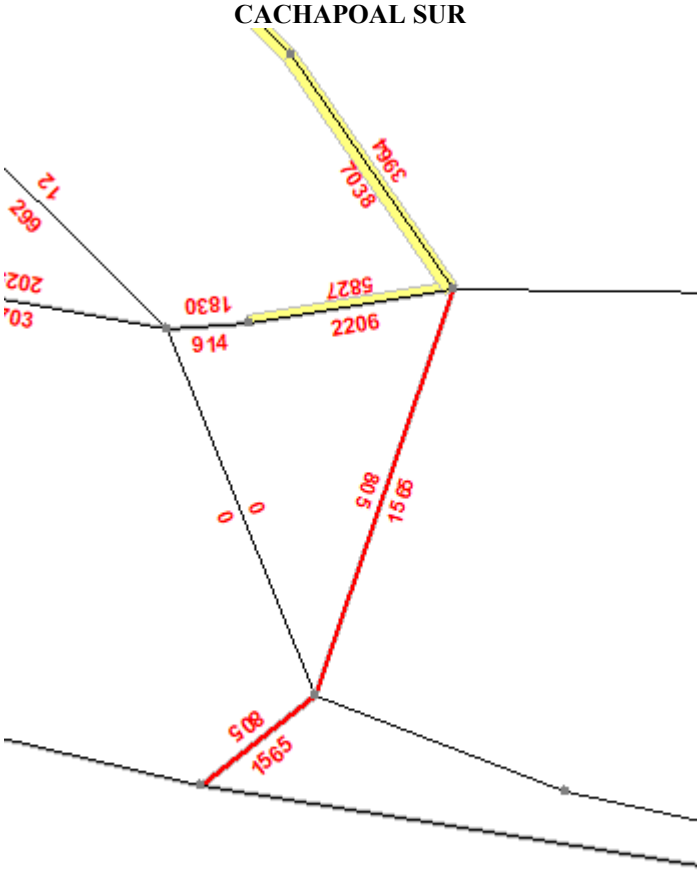
FIGURA 11.3-4: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 3: CONEXIÓN SUR MACHALÍ 2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto prácticamente no atrae tránsito, es decir no es atractivo para su uso.

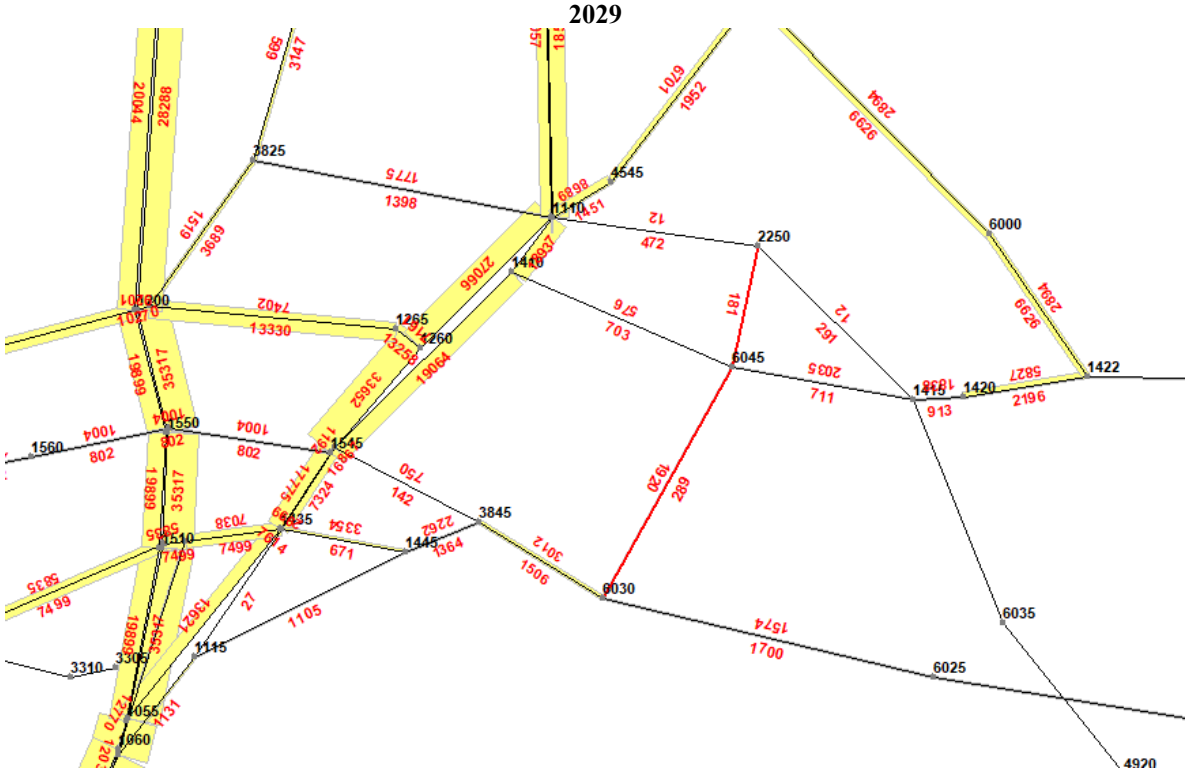
FIGURA 11.3-24: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 3B: CONEXIÓN MACHALÍ – CACHAPOAL SUR



Fuente Elaboración propia

El TMDA 2029 de la alternativa es superior a los 2.000 veh/día.

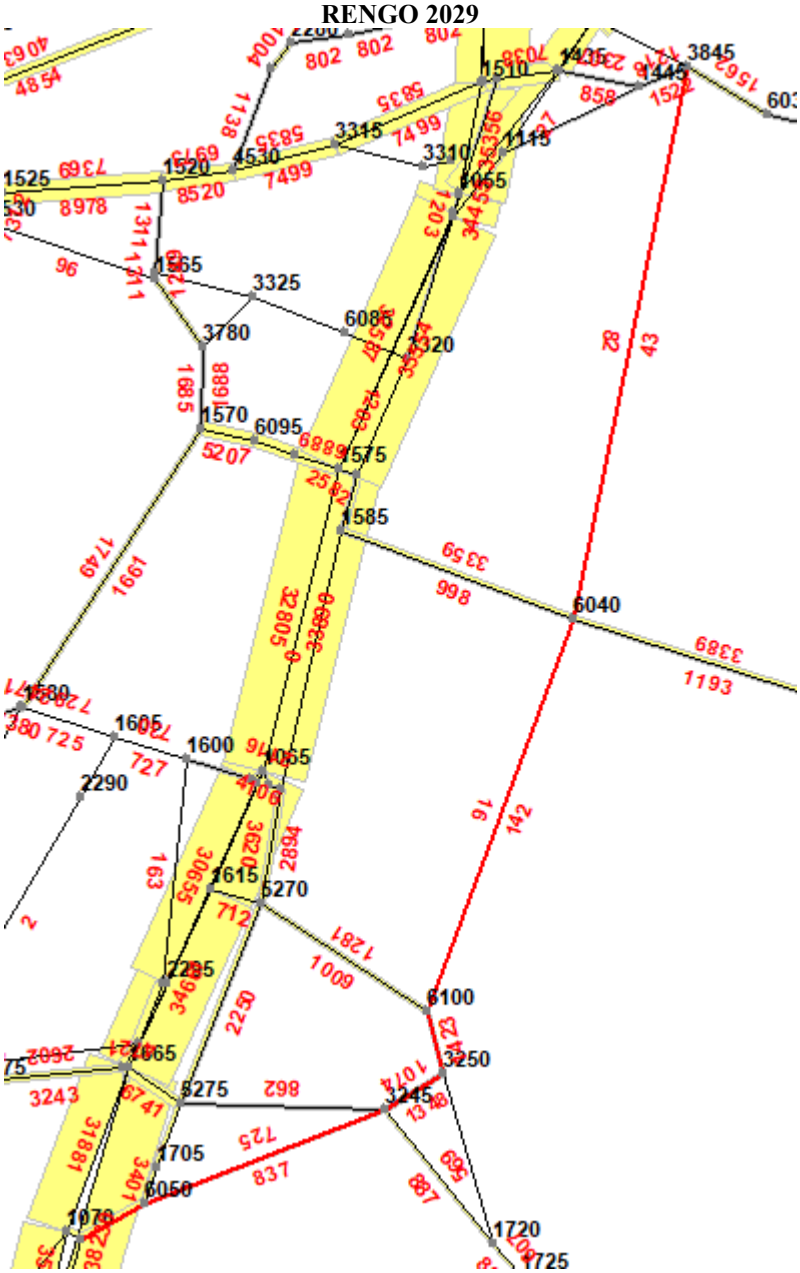
FIGURA 11.3-5: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 4: CONEXIÓN CACHAPOAL 2029



Fuente Elaboración propia

Por la alternativa circulan flujos de distintos niveles de carga (TMDA29). En el tramo norte es del orden de 200 veh/día, mientras que en el sector sur bordea los 2.000 veh/día.

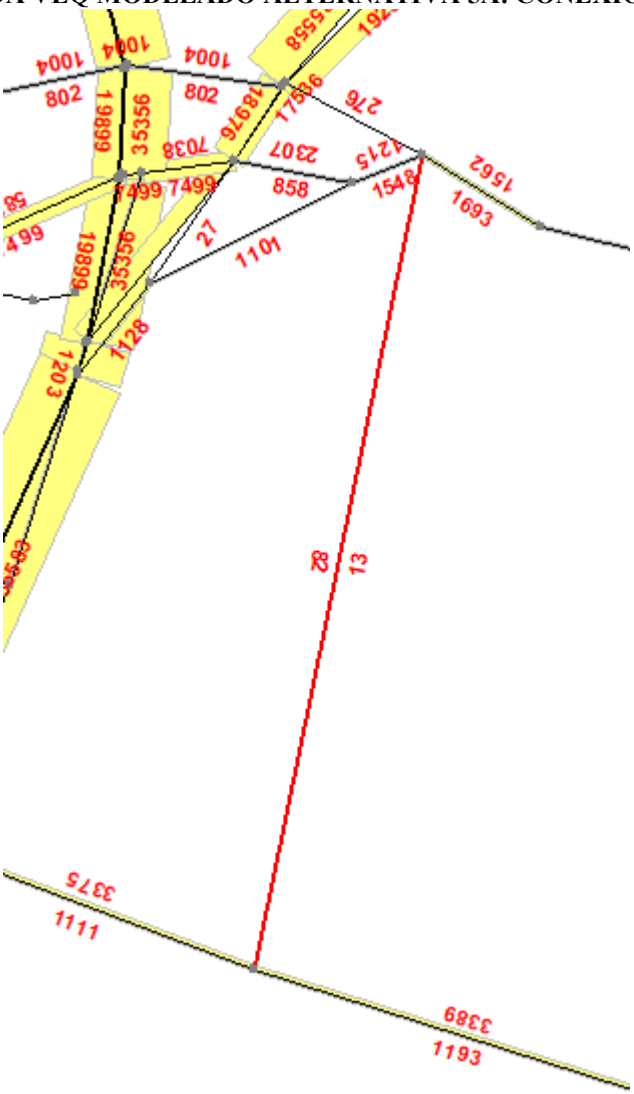
FIGURA 11.3-6: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 5: CONEXIÓN CACHAPOAL SUR – RENGO 2029



Fuente Elaboración propia

Por la alternativa circulan flujos de distintos niveles de carga (TMDA29). En el tramo norte fluctúa entre 100 y 200 veh/día, mientras que en las cercanías de Rengo bordea los 1.500 veh/día.

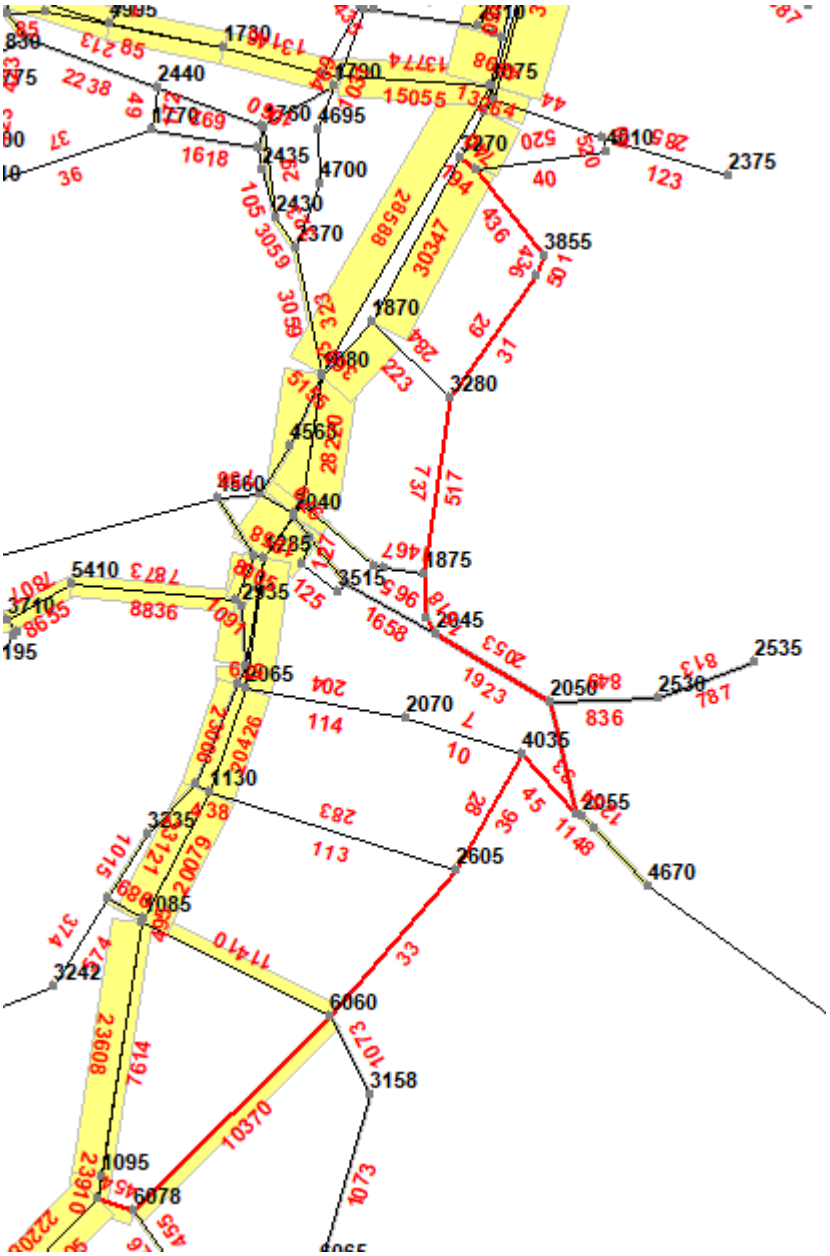
FIGURA 11.3-30: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 5A: CONEXIÓN SUR CACHAPOAL



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo bajo con un TMDA29 del orden de a lo más 100 veh/día.

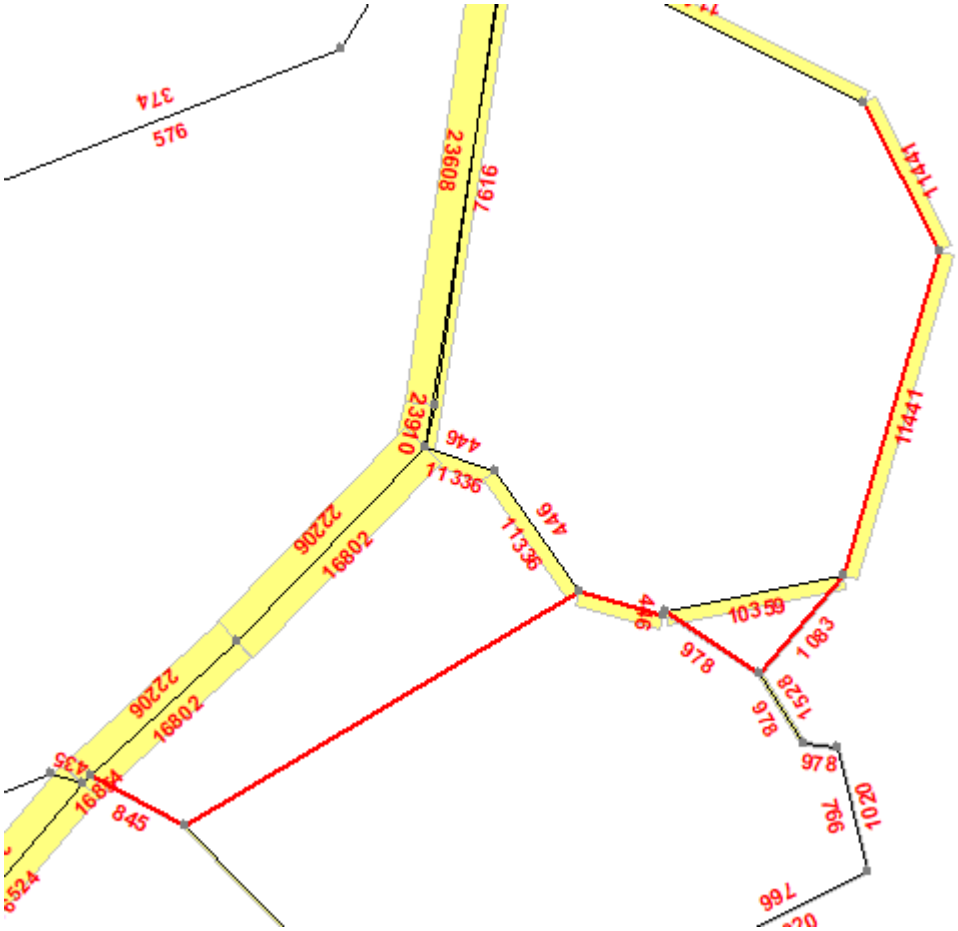
FIGURA 11.3-7: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 6: CONEXIÓN ORIENTE TINGUIRIRICA 2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo de unos 500 veh/día como TMDA29 en extremo norte (Los Lingues), valor que aumente ostensiblemente el sector de San Fernando. En el tramo sur, se observan un TMDA superior a los 10.000 veh/día en consideración a la reasignación de tránsito (evasión) desde la Ruta 5 debido al peaje que existe en el sector de Peor es Nada.

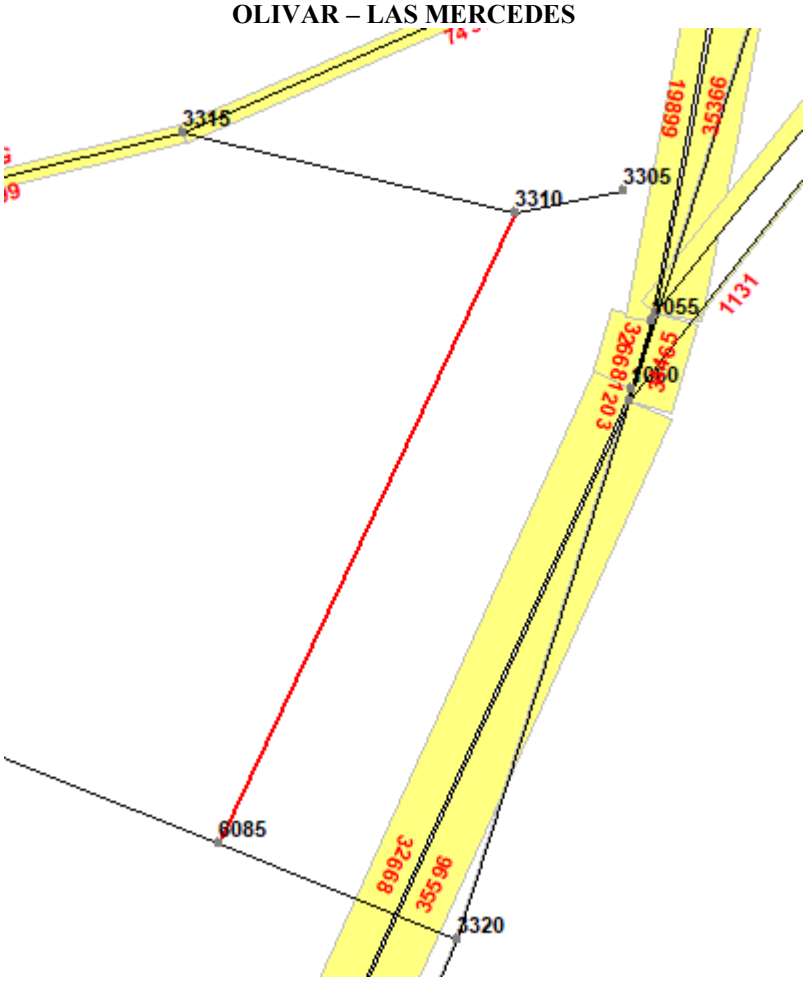
FIGURA 11.3-31: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 6B: VARIANTE MORZA CONEXIÓN ORIENTE TINGUIRIRICA



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo nulo en el tramo de nueva infraestructura (Morza-Teniente Cruz) con un TMDA29 del orden de a lo más 100 veh/día. En el sector de Codegua el TMDA 2029 es superior a los 10.000 veh/día. Cabe señalar que en este sector en la situación base no había carga vehicular, pues dichos flujos eran conducidos por la Ruta 5. Es posible inferir que el proyecto produjo una reasignación que permite evadir los cobros que se realizan en el sector.

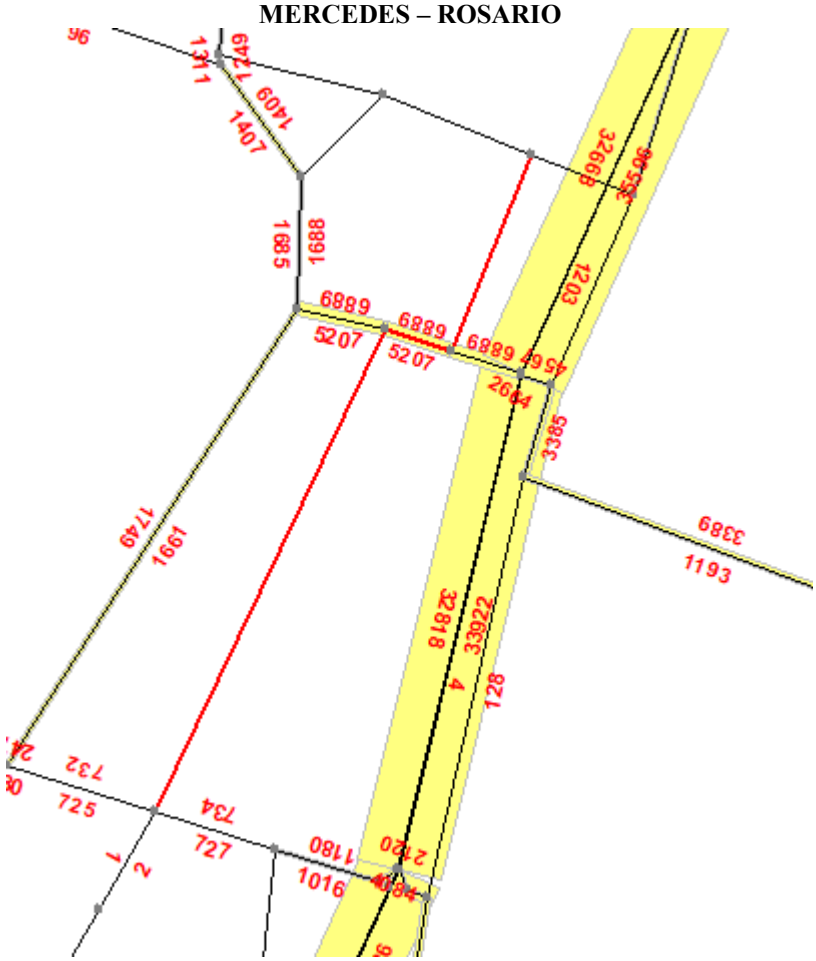
FIGURA 11.3-32: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 7A: PROYECTO CONEXIÓN OLIVAR – LAS MERCEDES



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo nulo.

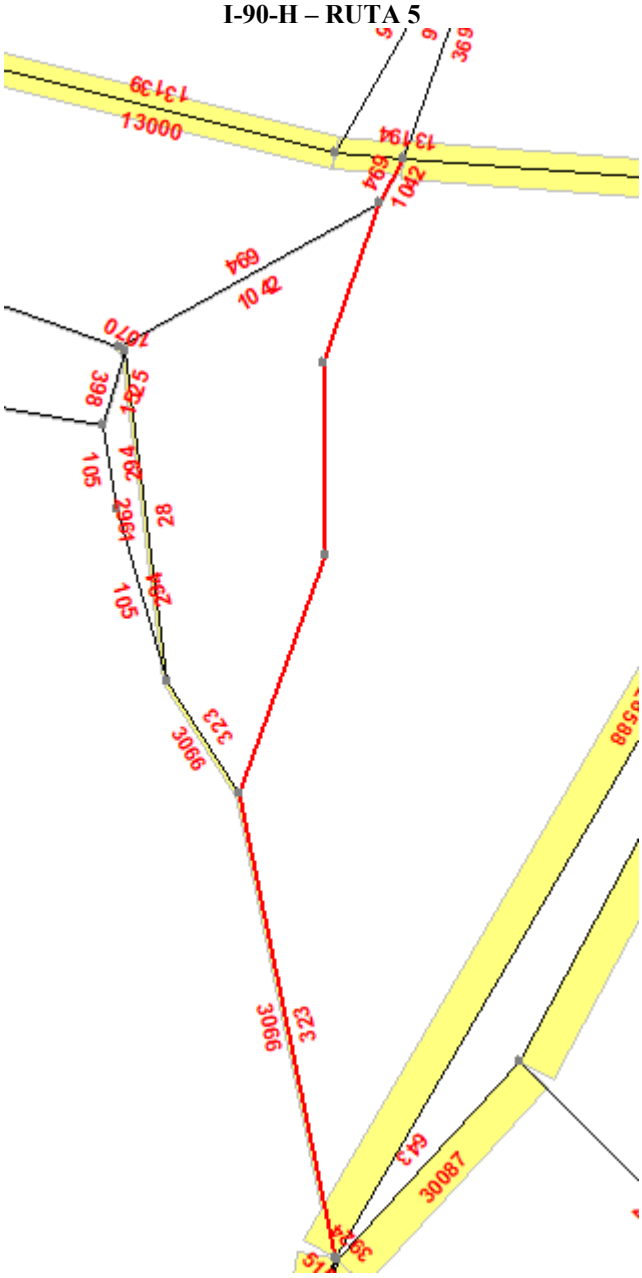
FIGURA 11.3-33: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 7B: PROYECTO CONEXIÓN LAS MERCEDES – ROSARIO



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo nulo en los tramos de trazado nuevo. En el tramo intermedio (Requínoa) el TMDA 2029 es 12.000 veh/día, un 10% mayor al observado en la situación base. El aumento es derivado de la reasignación de flujos provenientes del sector de Esmeralda hacia Ruta 5 que se reasigna desde la ruta H-50.

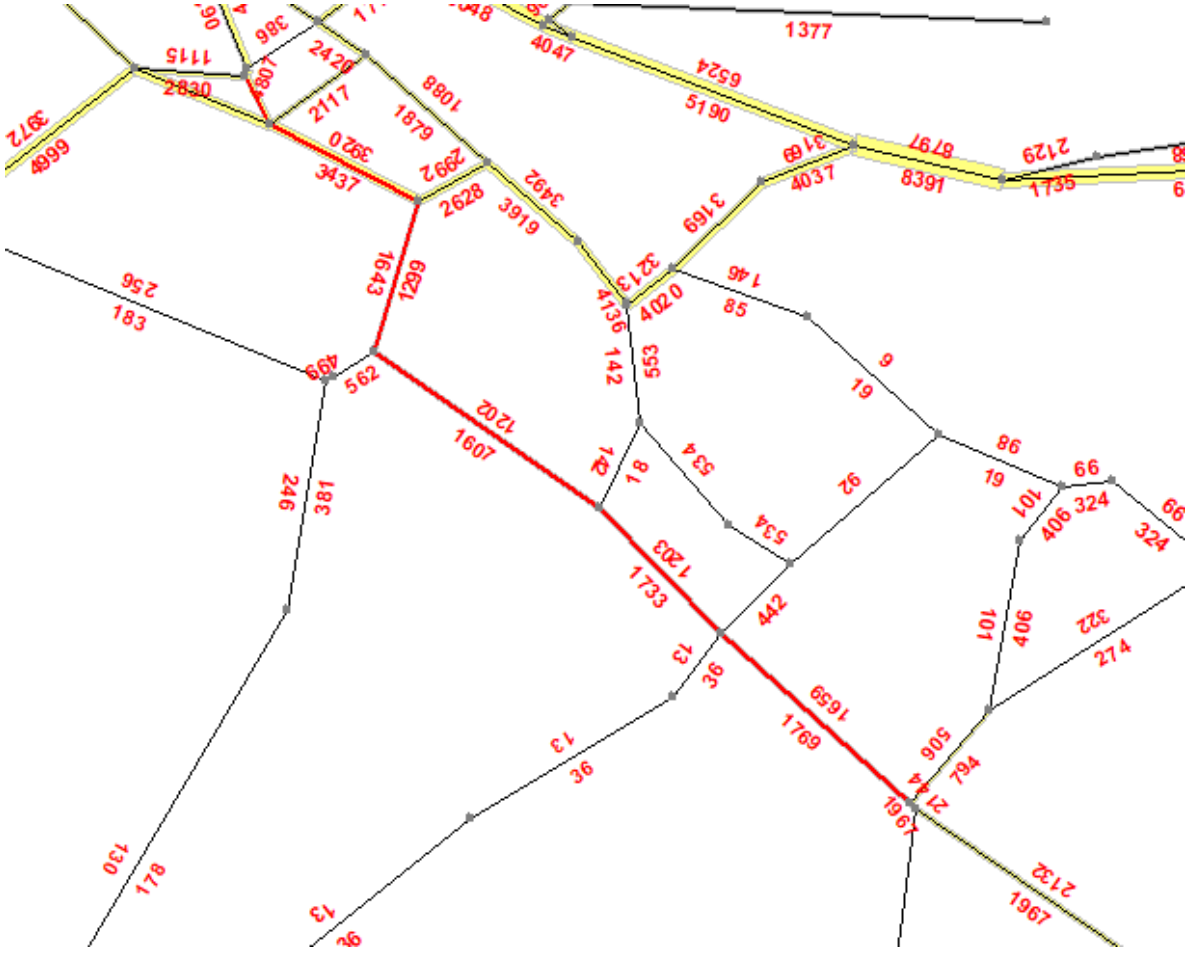
FIGURA 11.3-34: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 7C: CONEXIÓN PONIENTE RUTA I-90-H – RUTA 5



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo nulo en el tramo central. En los extremos el TMDA fluctúa entre 2.000 y 3.000 veh/día.

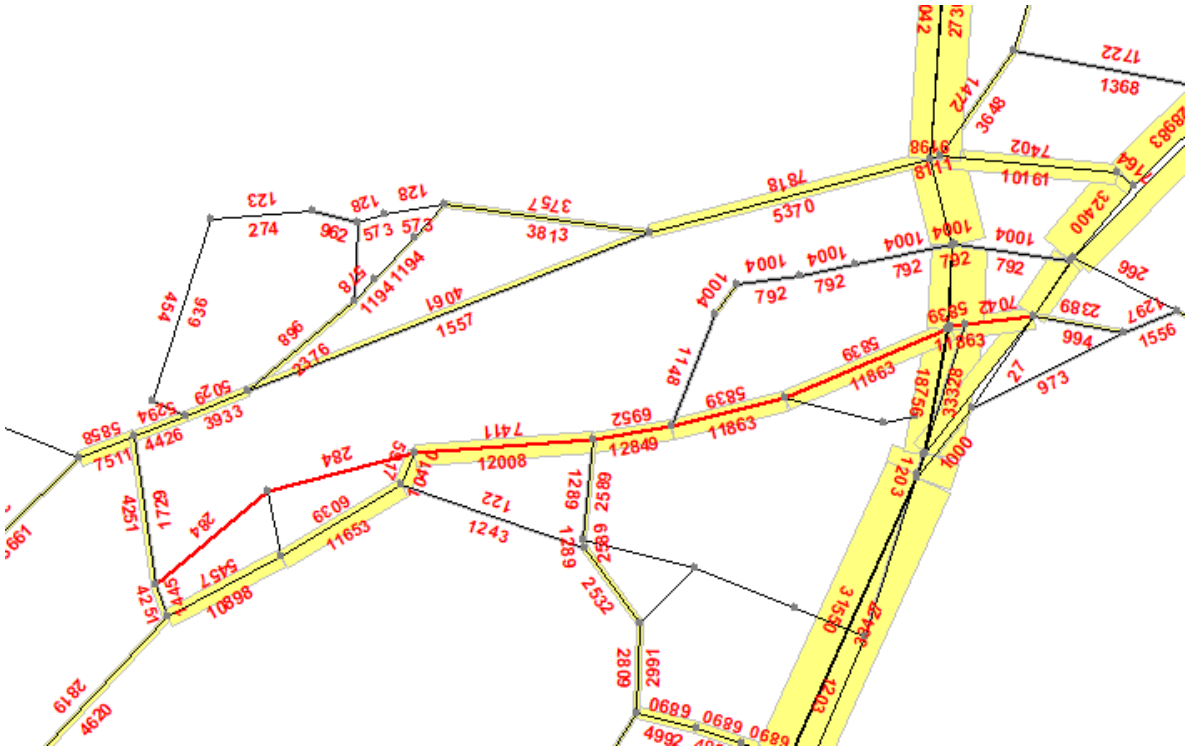
FIGURA 11.3-8: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 8: PROYECTO AMPLIACIÓN CONEXIÓN SANTA CRUZ - CHÉPICA
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo superior a los 3.000 veh/día como TMDA29.

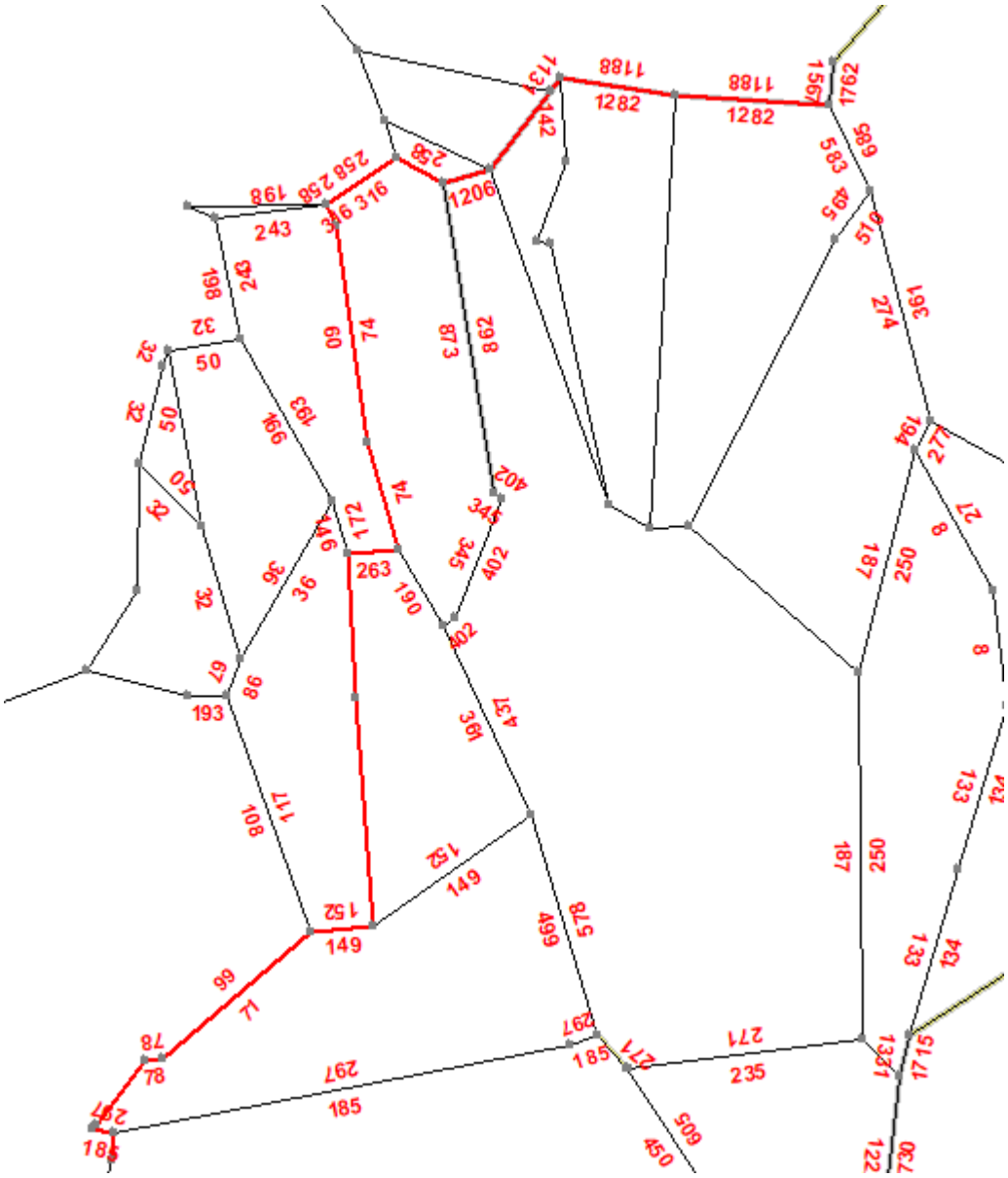
FIGURA 11.3-9: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 9: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN COINCO - OLIVAR
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un alto nivel de flujo de orden de los 20.000 veh/día como TMDA29. Este flujo proviene básicamente de la reasignación desde la ruta H-30. En efecto en la situación base el eje de proyecto tenía un TMDA bastante inferior (del orden de un 25%).

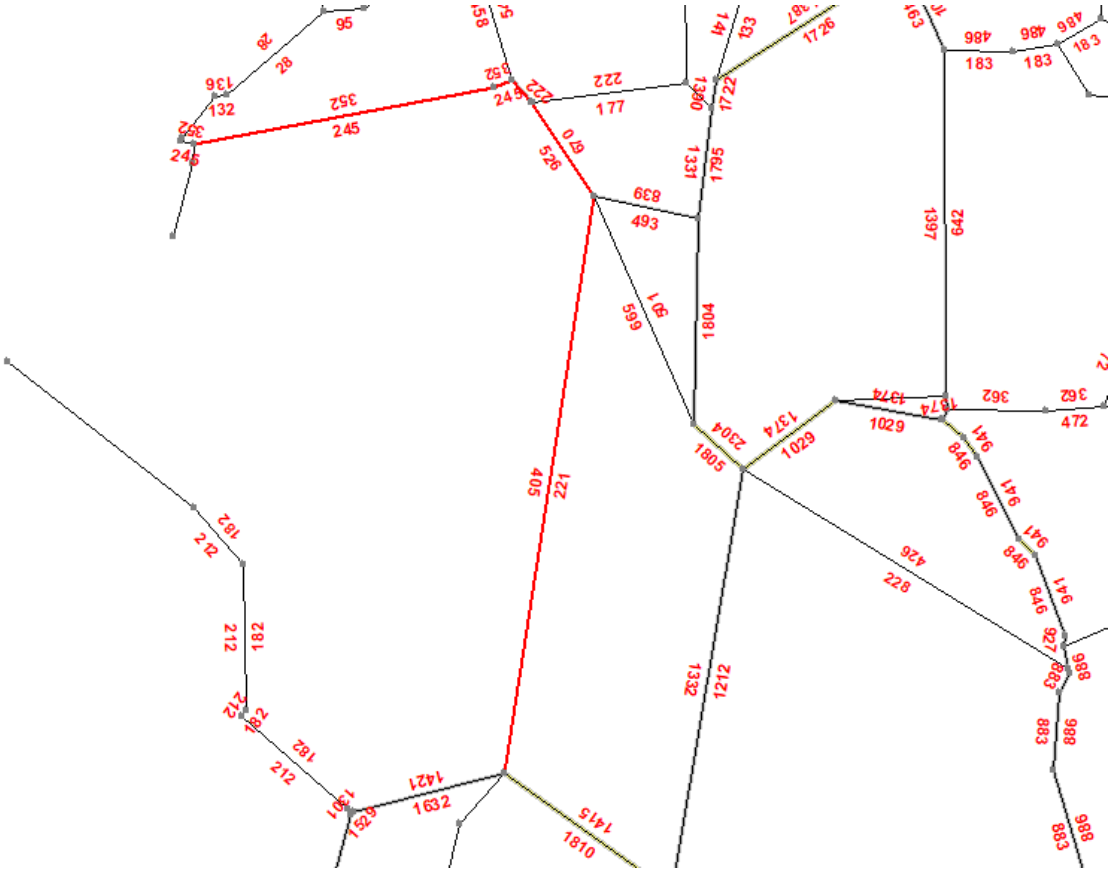
FIGURA 11.3-10: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 11: PROYECTO CONEXIÓN RAPEL – TOPOCALMA
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo (TMDA29) bajo en gran parte del trazado. Sin embargo en el sector norte (sector Navidad) tiene un TMDA 2029 de 2.500 veh/día.

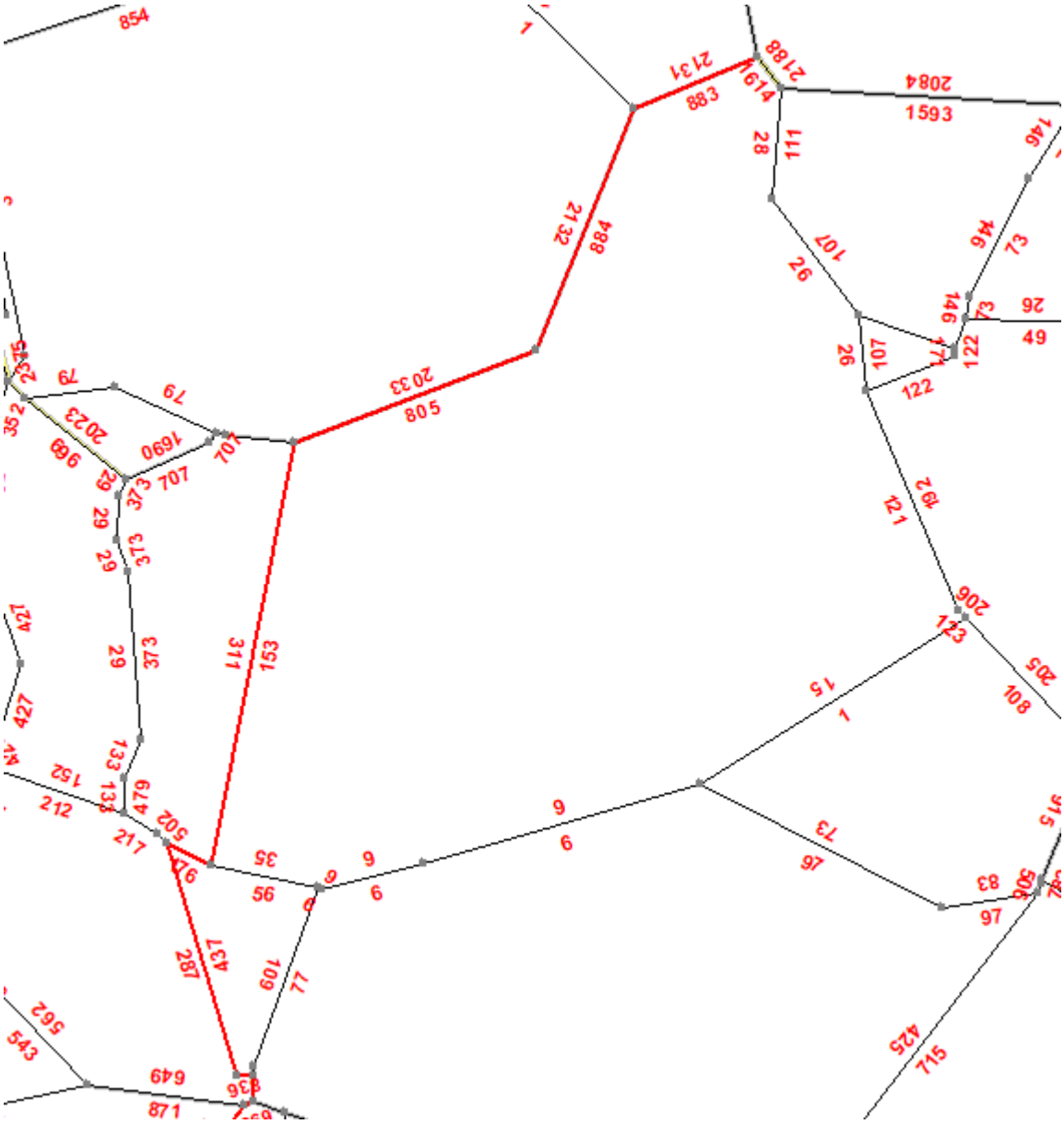
FIGURA 11.3-11: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 12: PROYECTO CONEXIÓN TOPOCALMA – RUTA 90
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo de orden de los 500 veh/día como TMDA29.

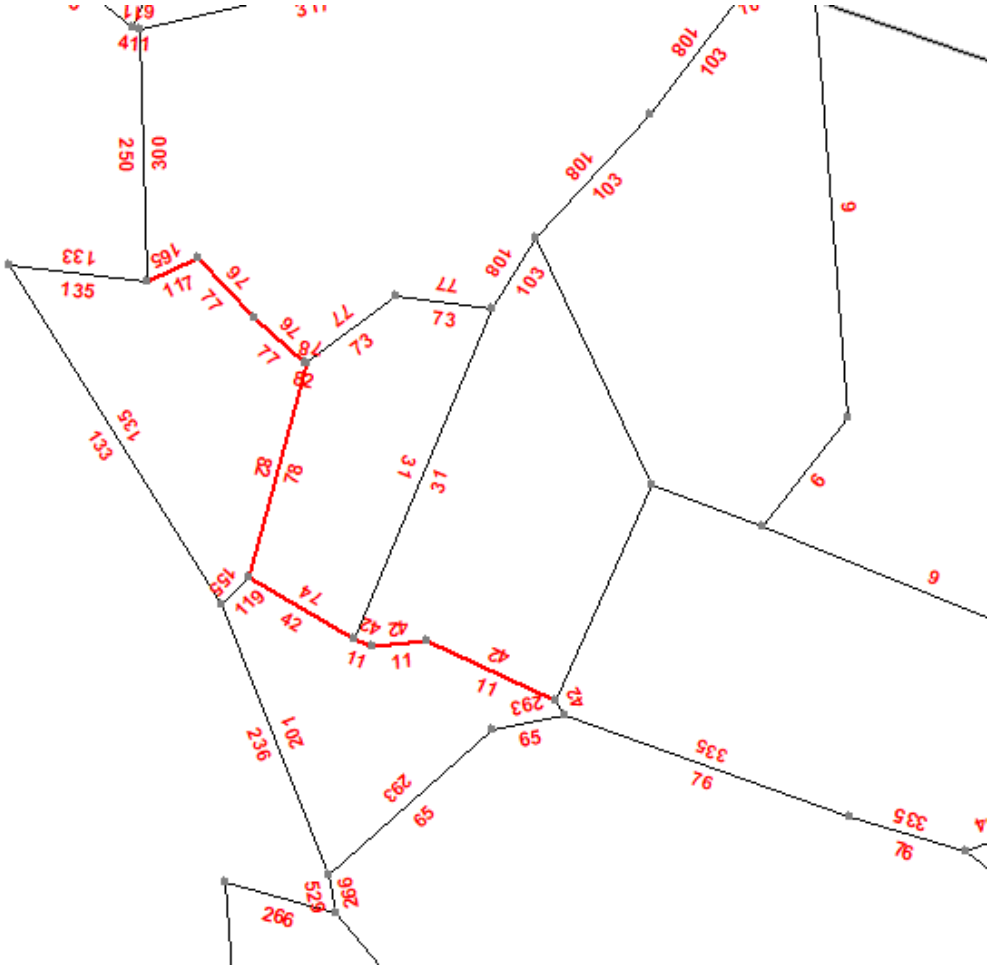
FIGURA 11.3-12: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 13: PROYECTO CONEXIÓN ALCONES – PAREDONES
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo con un TMDA29 del orden de 3.000 veh/día en el sector norte (Alcones-Las Palmas). Esto corresponde a 1.000 vehículos más respecto de la situación base. En el resto del proyecto los niveles de flujo son del orden de 500 veh/día. La mayor parte de los flujos capturados por el proyecto se dirigen a los sectores de Pichilemu-Cáhuil.

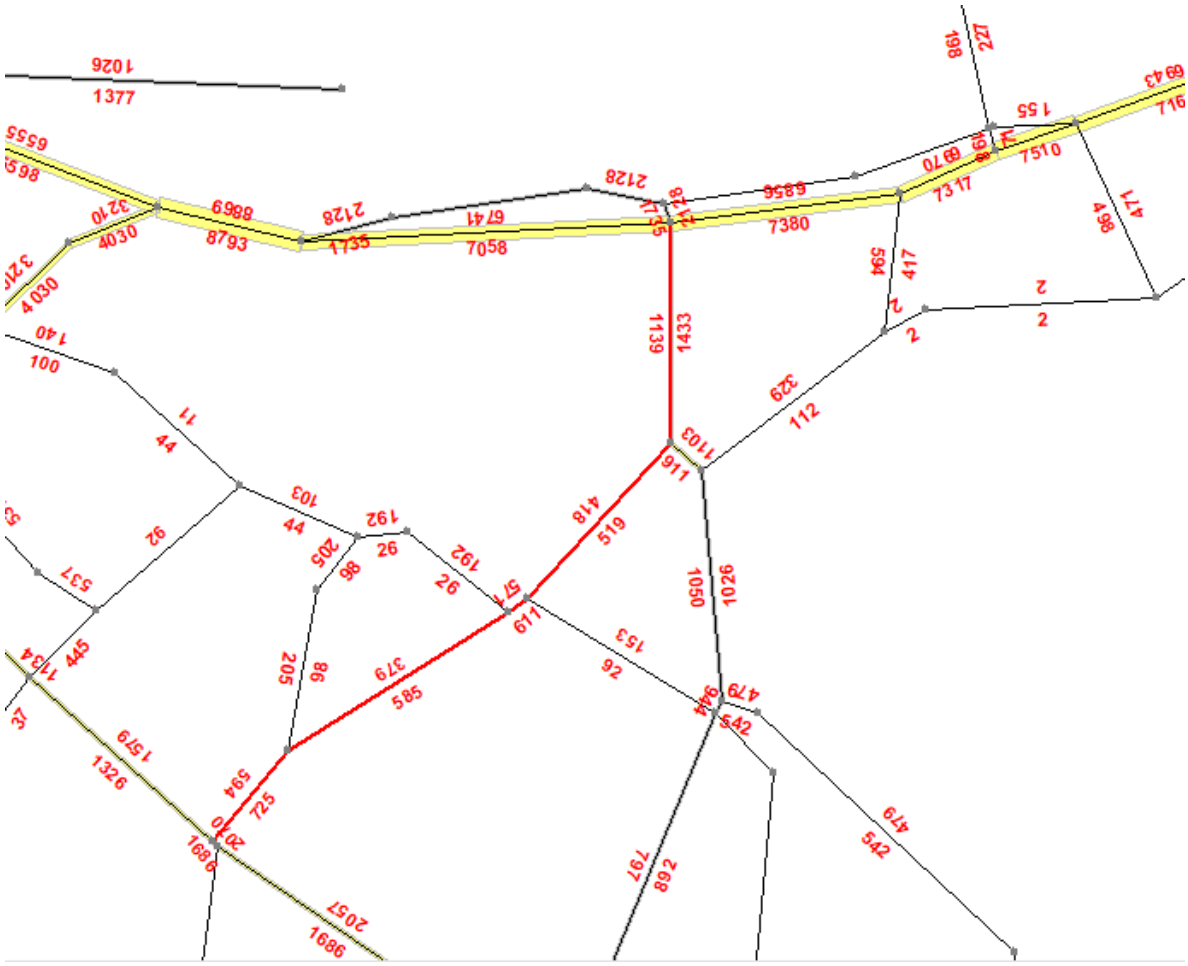
FIGURA 11.3-13: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 14: PROYECTO CONEXIÓN BUCALEMU – SAN PEDRO DE ALCÁNTARA
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo bajo, con un TMDA29 de a lo más 150 veh/día.

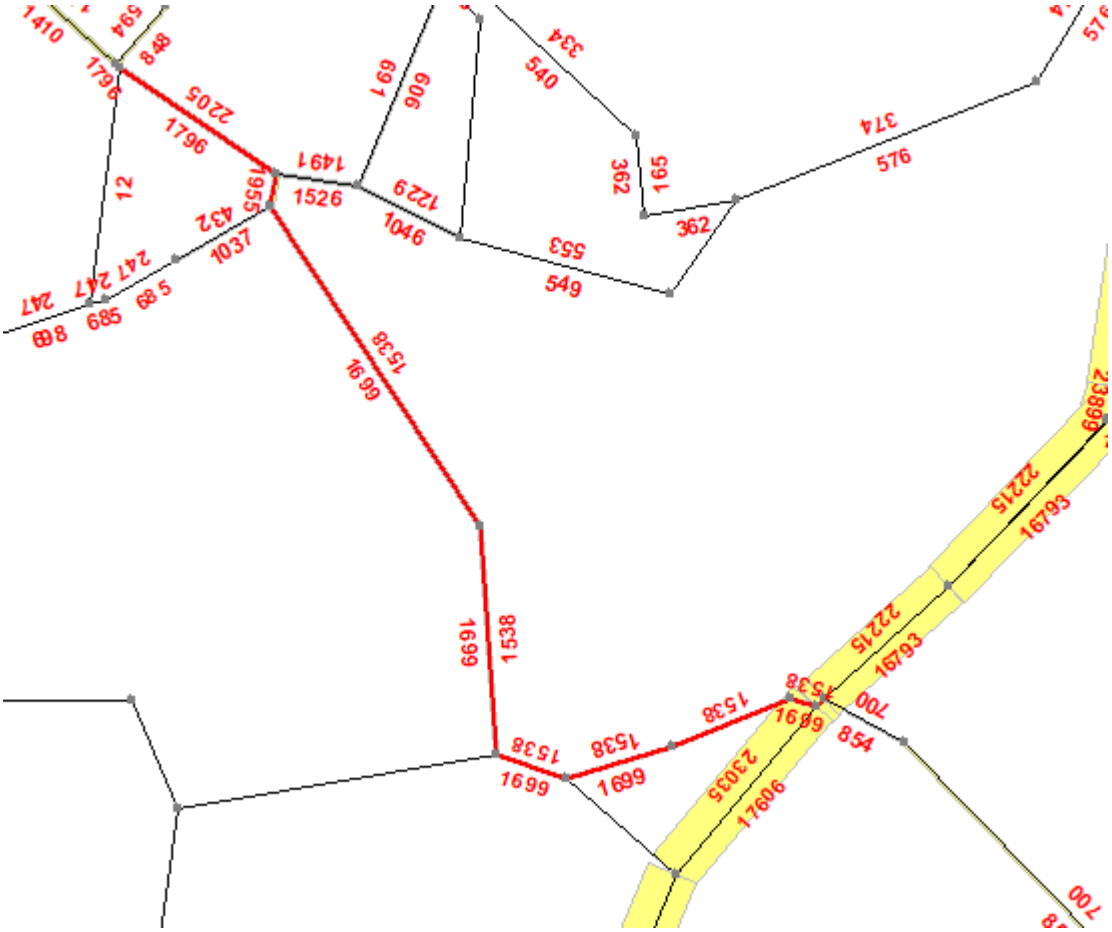
FIGURA 11.3-14: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 15: PROYECTO MEJORAMIENTO CONEXIÓN NANCAGUA - CHÉPICA 2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo moderado con un TMDA29 del orden de 1.000 veh/día. En el sector Nancagua-Puquillay el TMDA es mayor y asciende a 2.500 veh/día.

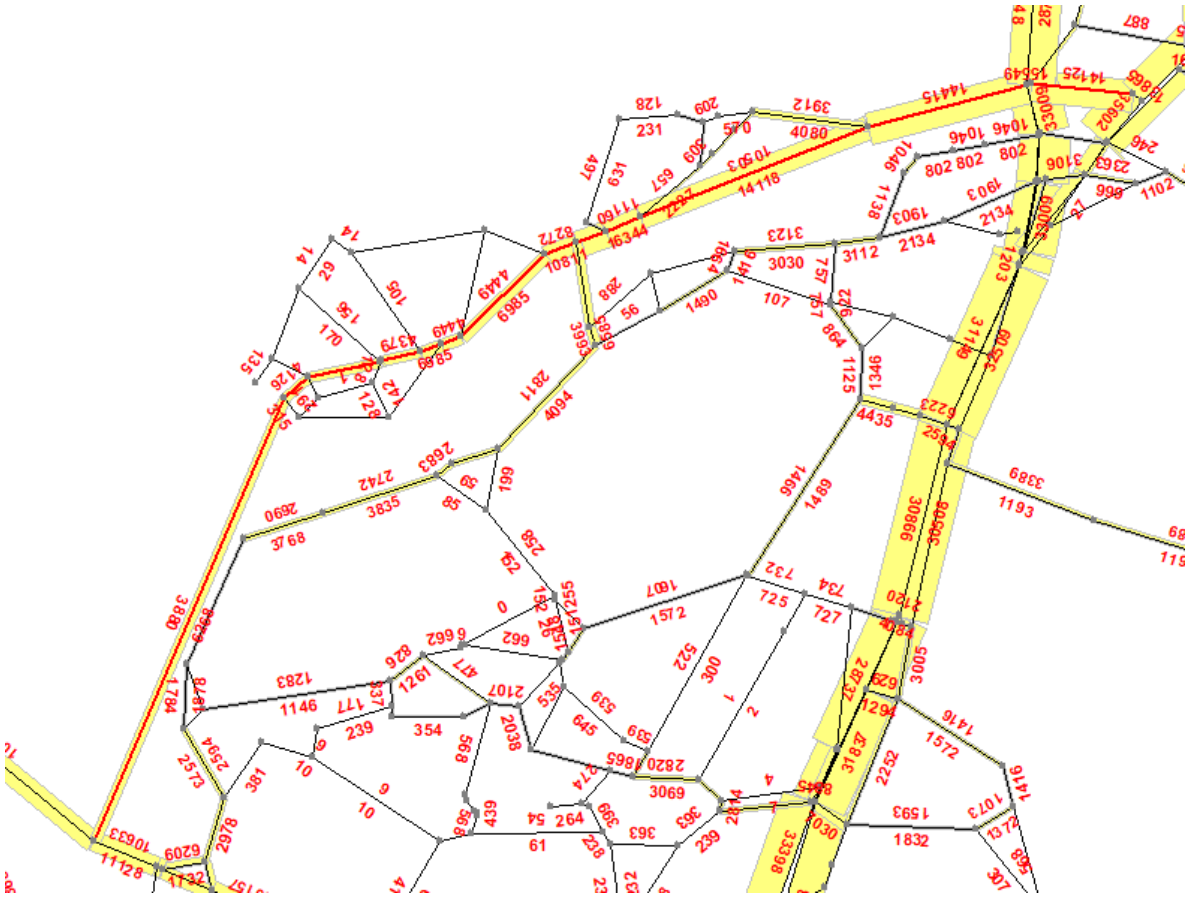
FIGURA 11.3-15: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 16: PROYECTO MEJORAMIENTO AMPLIACIÓN CHÉPICA - TENO 2029



Fuente Elaboración propia

El proyecto conduce un alto nivel de flujo en las cercanías de Chépica TMDA29 cercano a 4.000 veh/día, mientras que en tramos intermedios hasta el acceso a Teno TMDA29 que fluctúa en torno a los 3.000 veh/día.

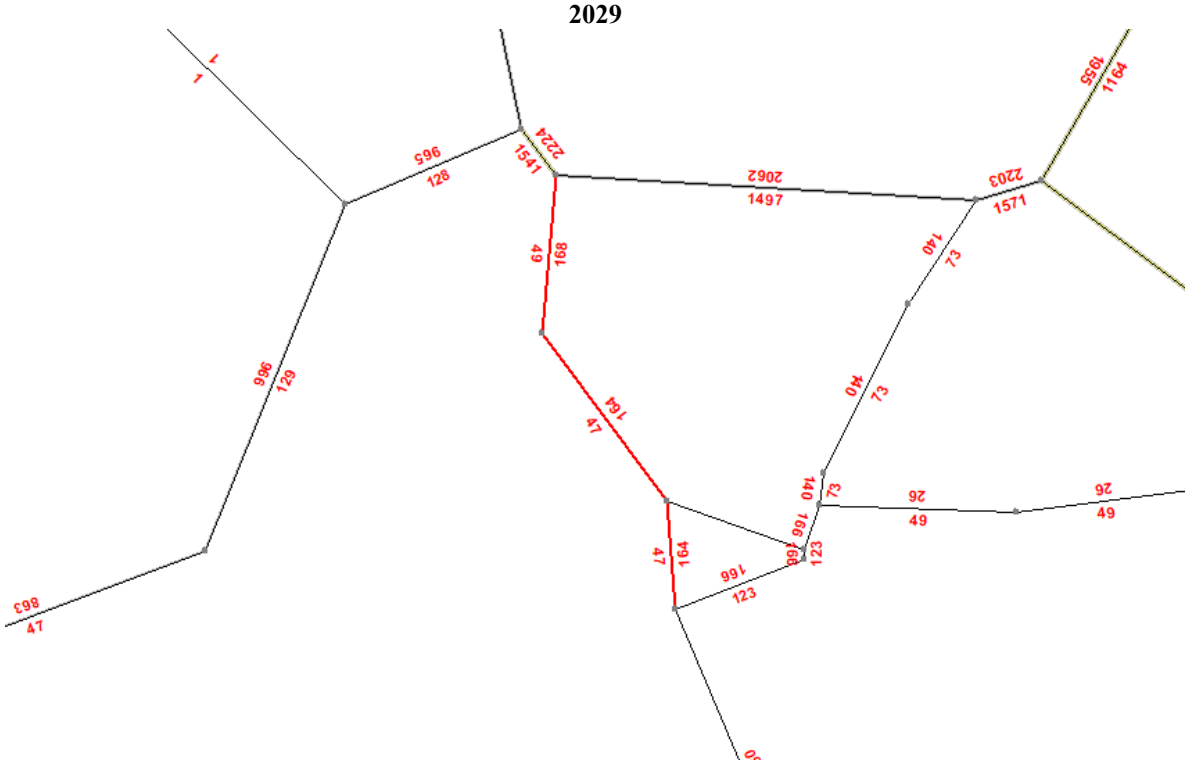
FIGURA 11.3-16: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 21: PROYECTO AMPLIACIÓN RUTA H-30
2029



Fuente Elaboración propia

El proyecto conduce un alto nivel de flujo en las cercanías de Rancagua hasta Doñihue con un TMDA29 de unos 25.000 veh/día. En los tramos siguientes el TMDA29 que fluctúa en torno a los 10.000 veh/día.

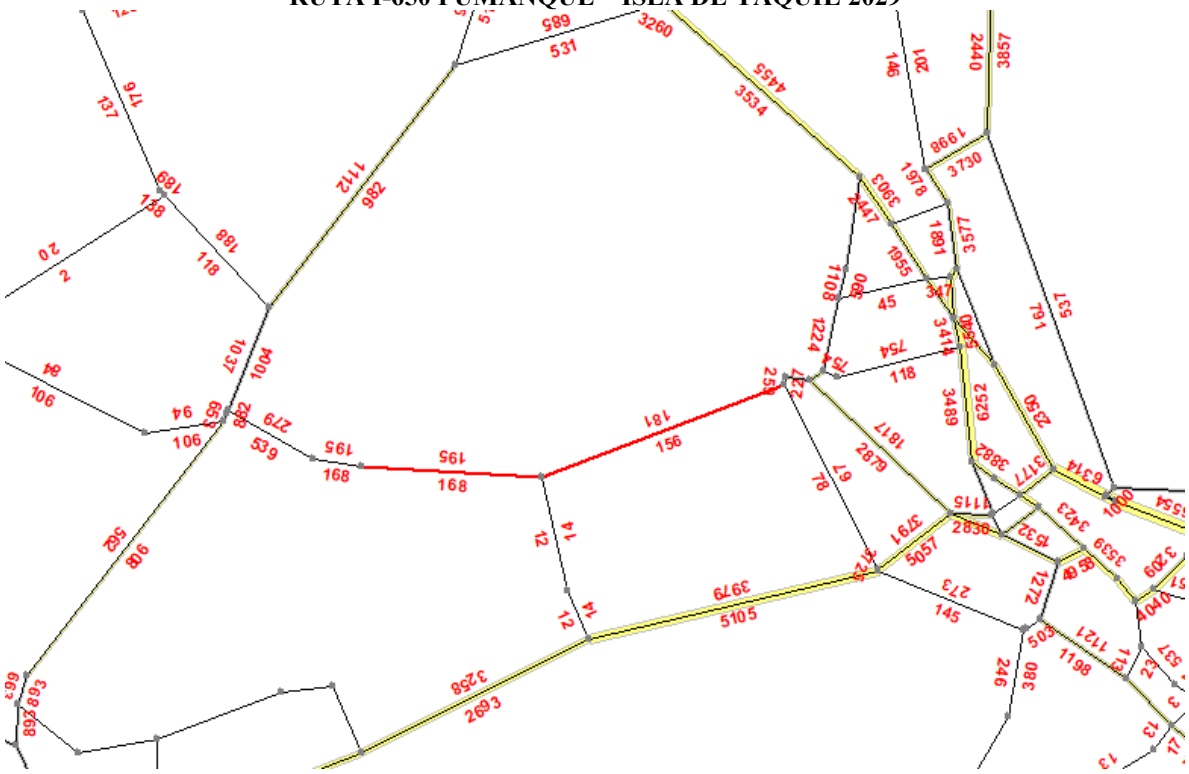
FIGURA 11.3-17: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 22: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-674 ALCONES – LA QUEBRADA 2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo bajo con un TMDA29 del orden de 200 veh/día.

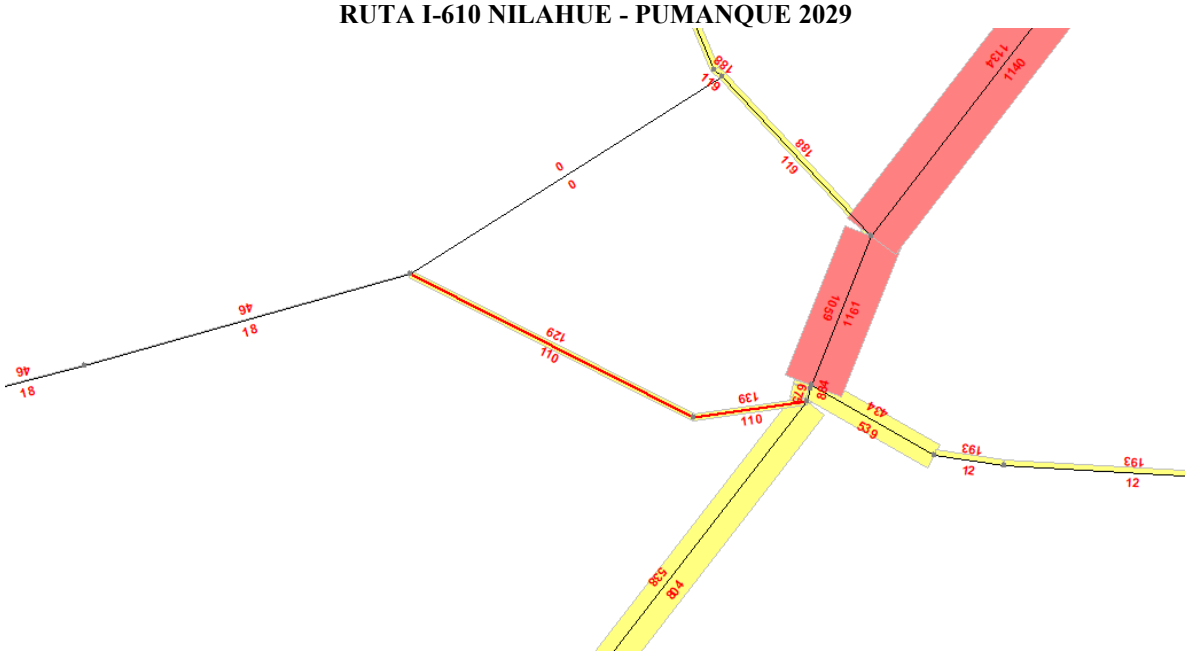
FIGURA 11.3-18: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 23: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-650 PUMANQUE – ISLA DE YÁQUIL 2029



Fuente Elaboración propia

El proyecto conduce un nivel de flujo TMDA29 que fluctúa entre 300 y 400 veh/día.

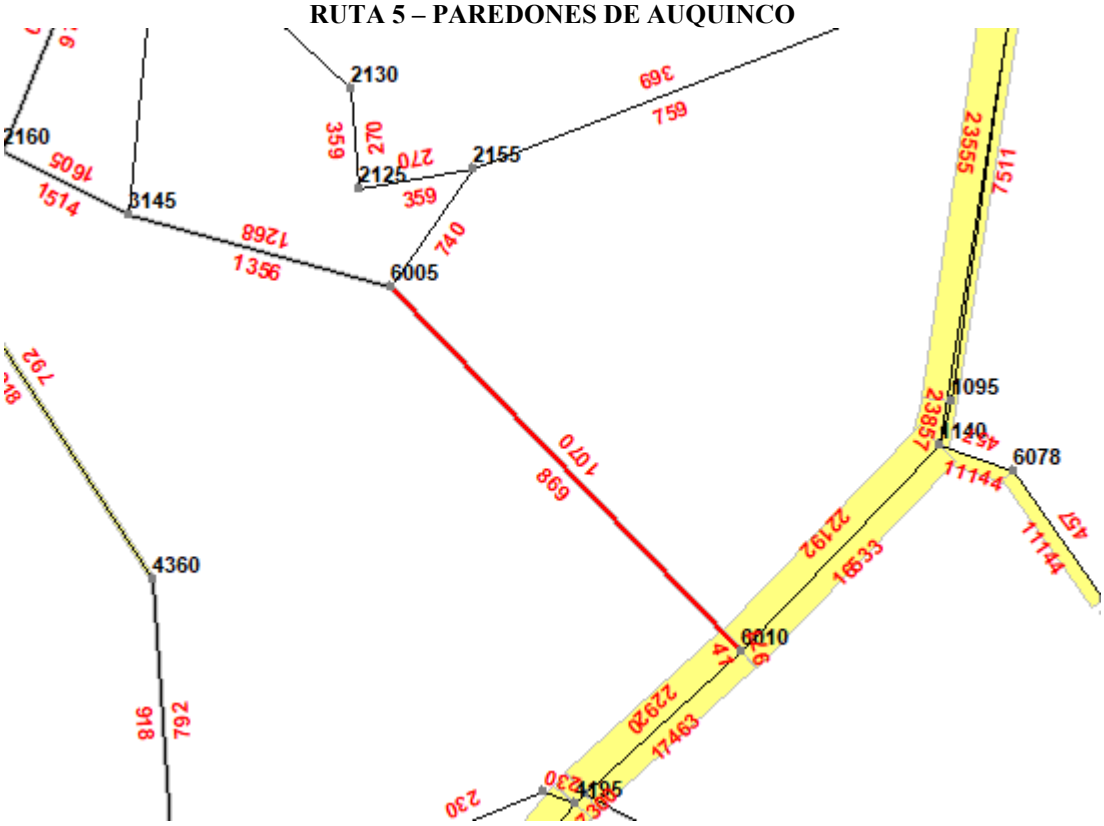
FIGURA 11.3-19: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 24: PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA I-610 NILAHUE - PUMANQUE 2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo con un TMDA29 del orden de 300 veh/día.

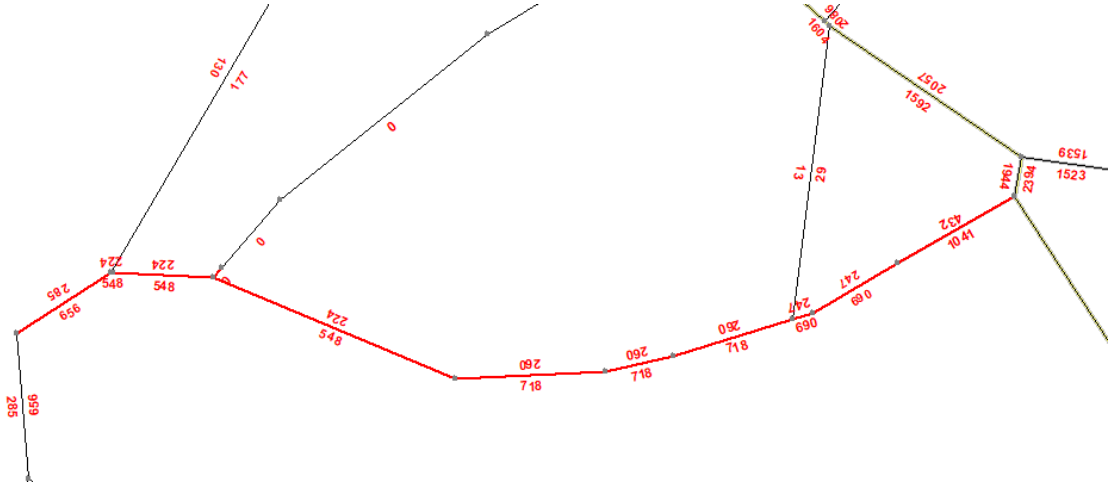
FIGURA 11.3-25: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 25A: PROYECTO CONEXIÓN RUTA 5 – PAREDONES DE AUQUINCO



Fuente Elaboración propia

El TMDA 2029 de la alternativa es superior a los 1.800 veh/día.

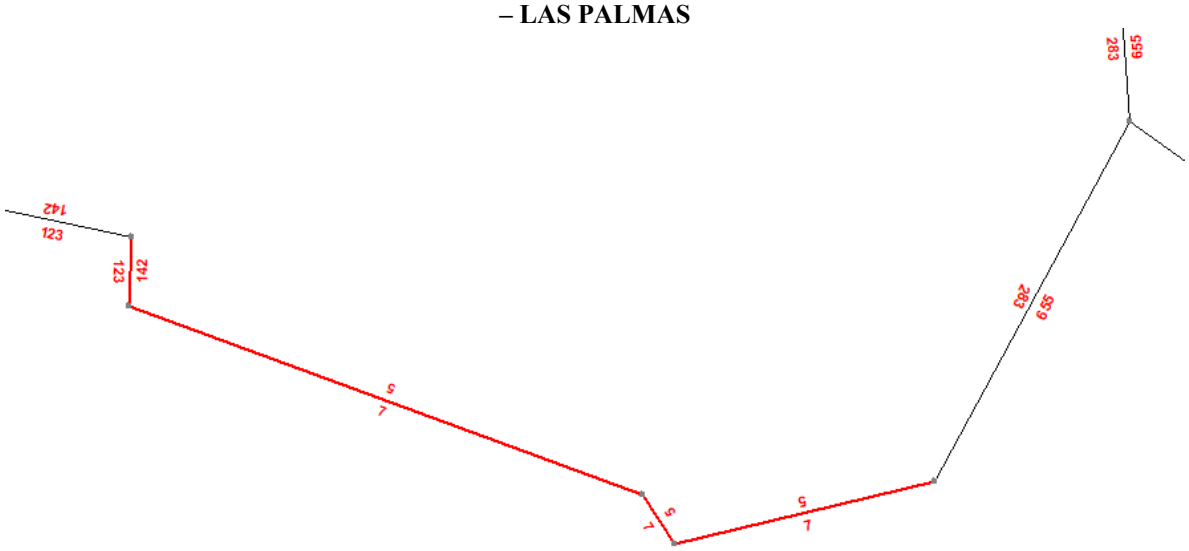
FIGURA 11.3-26: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 25B: CONEXIÓN SANTA ADRIANA – LOS CALLEJONES



Fuente Elaboración propia

En el tramo Santa Adriana-Rinconada de Jauregui el TMDA 2029 es del orden de 1.500 veh/día. Los niveles de flujo descienden hacia el poniente hasta 800 veh/día.

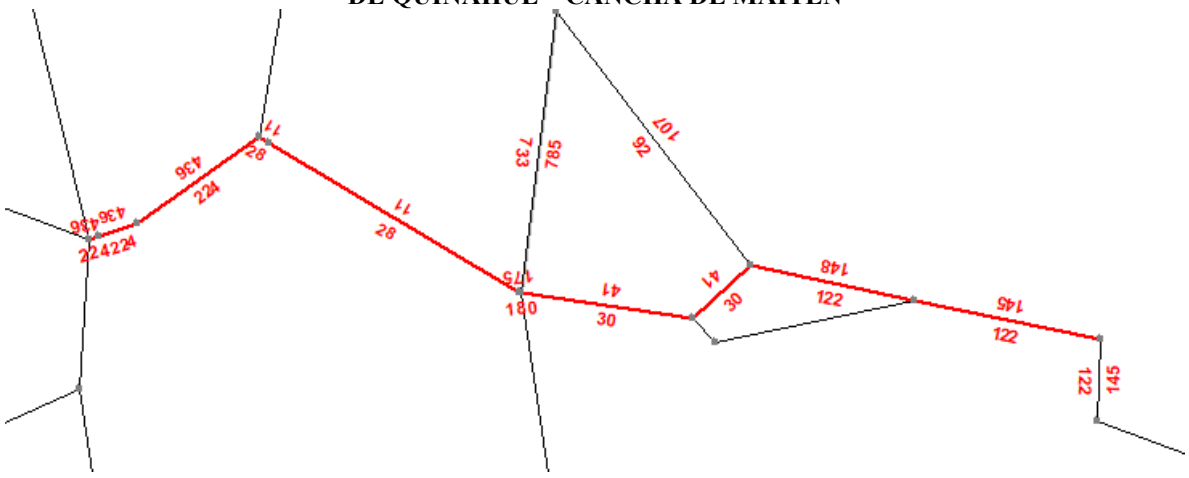
FIGURA 11.3-27: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 25C: CONEXIÓN LOS TRICAHUES – LAS PALMAS



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo bajo con un TMDA29 del orden de a lo más 260 veh/día.

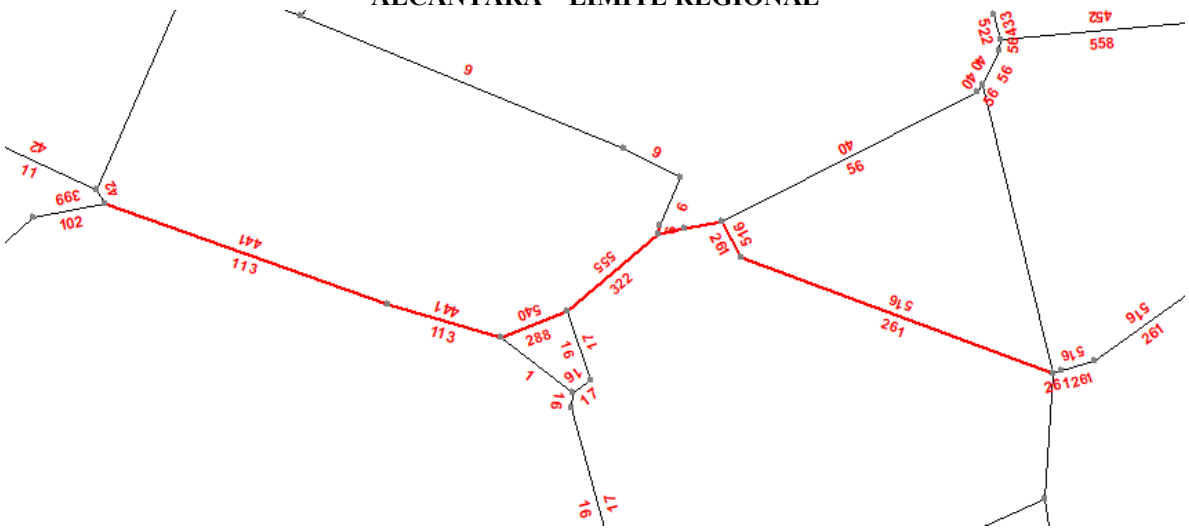
FIGURA 11.3-28: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 25D: CONEXIÓN SANTA TERESA DE QUINAHUE – CANCHA DE MAITÉN



Fuente Elaboración propia

En el extremo poniente (sector Santa Teresa de Quinhue) es el TMDA 2029 es del orden de 700 veh/día. En el resto del proyecto los flujos son bajos.

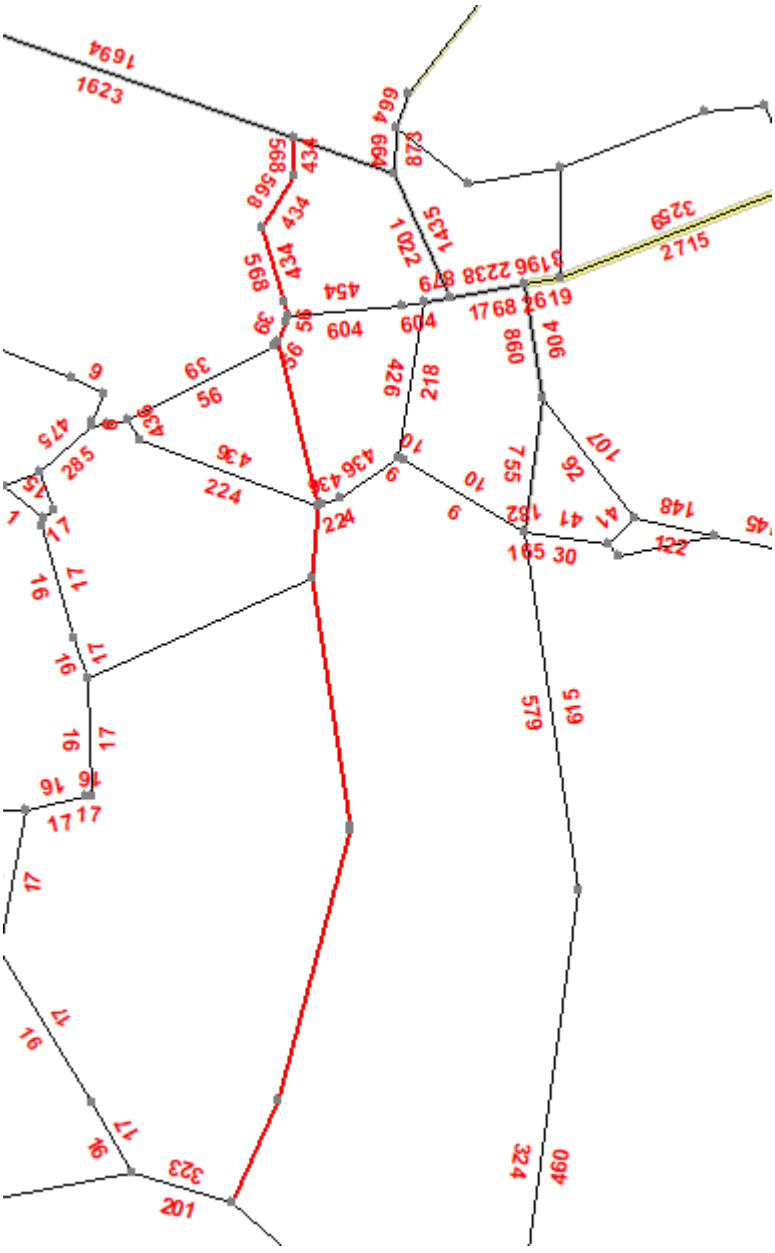
FIGURA 11.3-29: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 25E: PROYECTO MEJORAMIENTO ALCÁNTARA – LÍMITE REGIONAL



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo más o menos uniforme con un TMDA29 del orden de 550 veh/día.

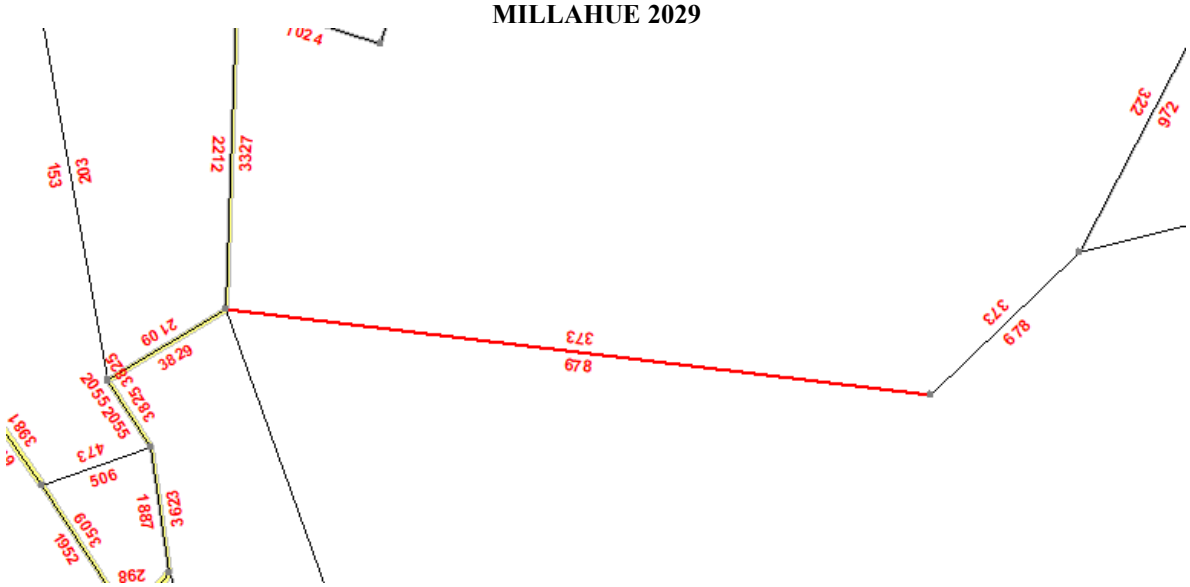
FIGURA 11.3-20: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 26: MEJORAMIENTO CONEXIÓN NILAHUE DEL MEDIO – HUALAÑÉ
2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto solo conduce flujos con un TMDA29 del orden de 1.000 veh/día en el tramo norte. En el resto del proyecto los niveles de flujo son prácticamente nulos.

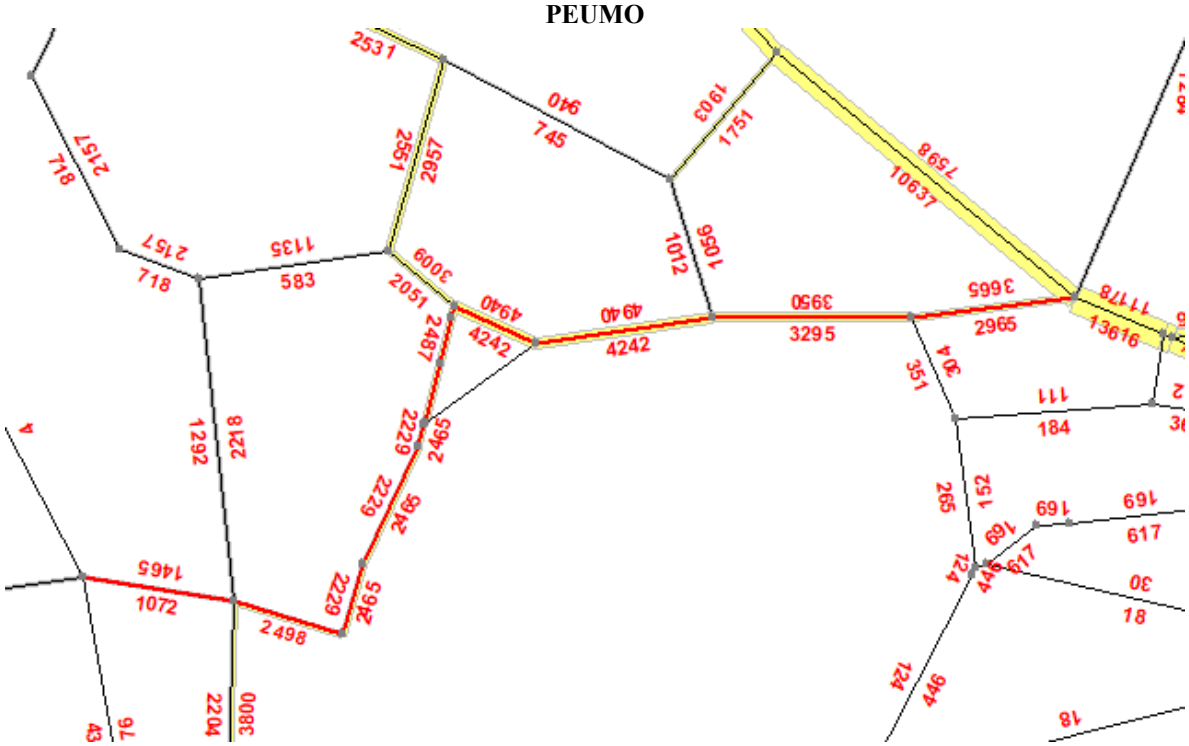
FIGURA 11.3-21: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 27: CONEXIÓN HUIQUE - MILLAHUE 2029



Fuente Elaboración propia

Se observa que el proyecto conduce un nivel de flujo moderado (TMDA29) con flujo de 1.000 veh/día.

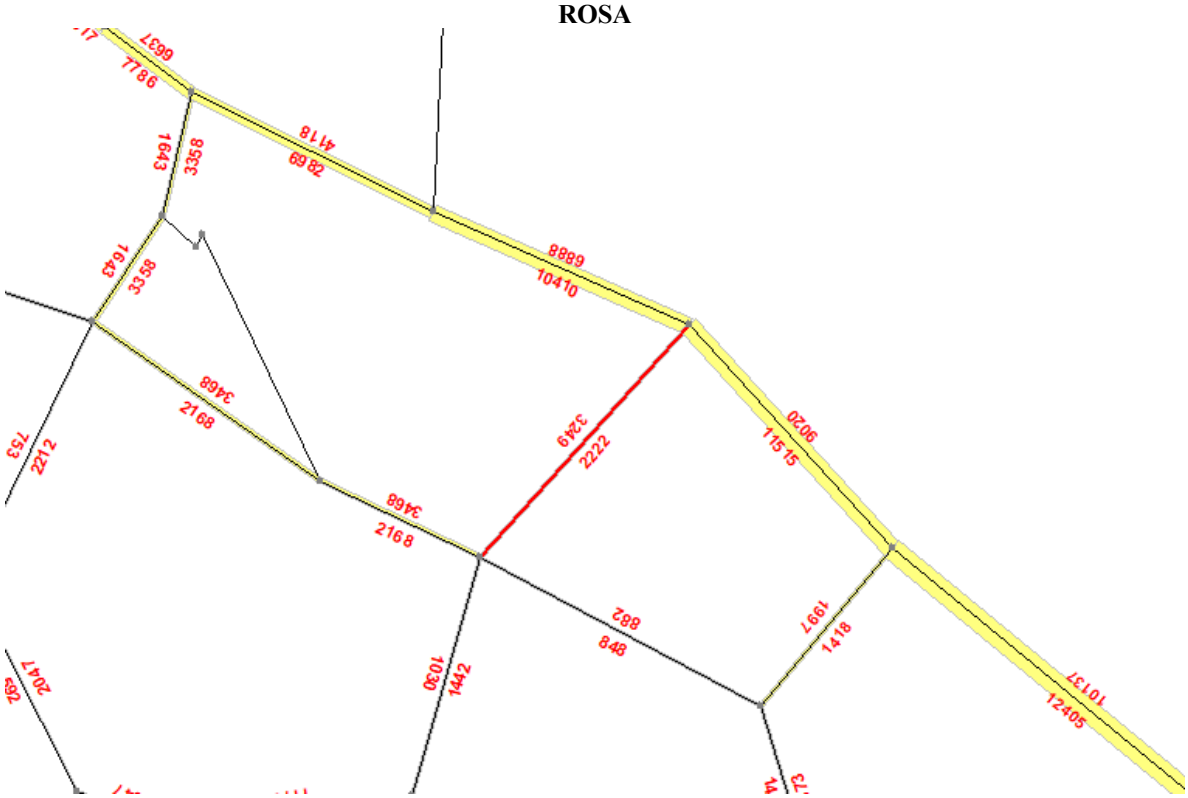
FIGURA 11.3-22: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 28: CONEXIÓN EL BARCO - PEUMO



Fuente Elaboración propia

En el tramo Peumo- Santa Amalia de Almahue el TMDA 2029 es del orden de 7.000-8.000 veh/día. Los niveles de flujo descienden hacia el poniente hasta 2.500 veh/día.

FIGURA 11.3-23: TMDA VEQ MODELADO ALTERNATIVA 29: CONEXIÓN PICHIDEGUA – LA ROSA



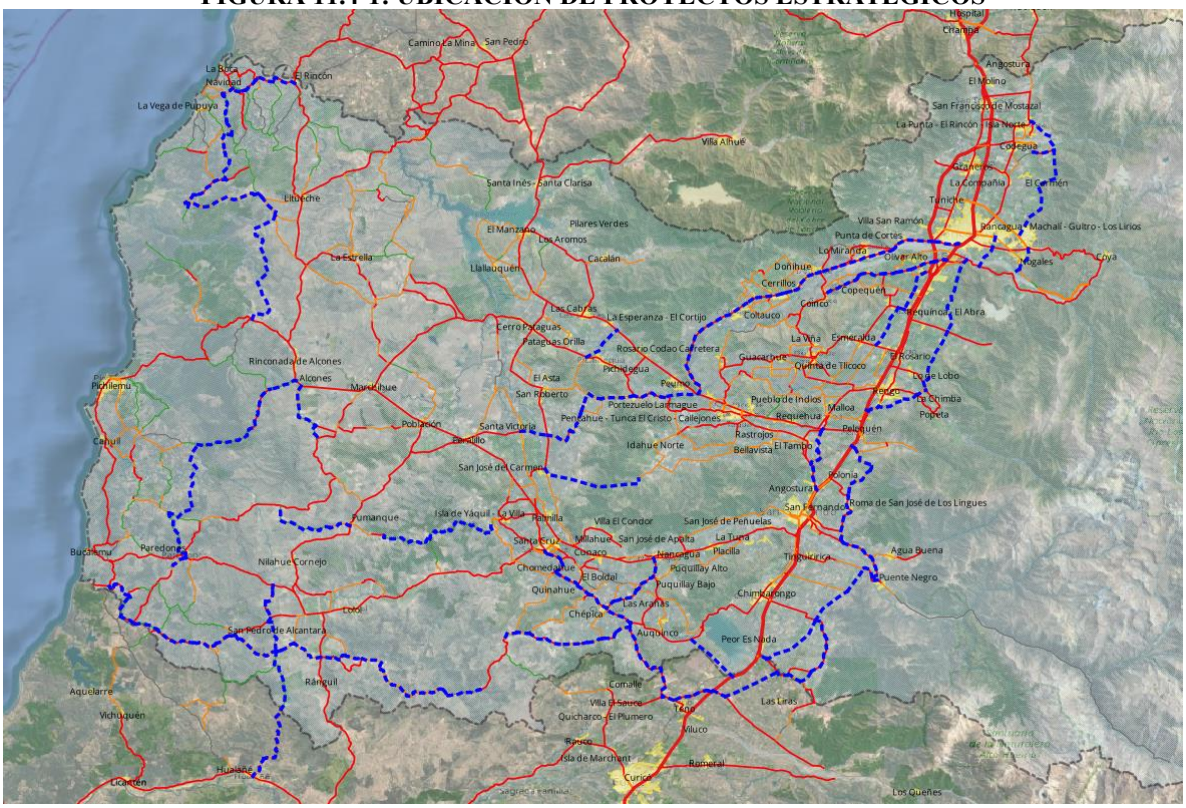
Fuente Elaboración propia

El TMDA 2029 de la alternativa es superior a los 5.500 veh/día.

11.4 Simulación de Planes

Como se revisó en la sección anterior se elaboraron proyectos estratégicos, los cuales fueron evaluados socialmente en forma individual, obteniéndose rentabilidades de cada uno. En la siguiente figura se presentan los proyectos estratégicos:

FIGURA 11.4-1: UBICACIÓN DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

A partir del análisis realizado y de la presencia de proyectos estratégicos que resultan competitivos con otros, y la complementariedad entre otros, se propusieron planes de proyecto a modelar. A continuación se formulan los planes.

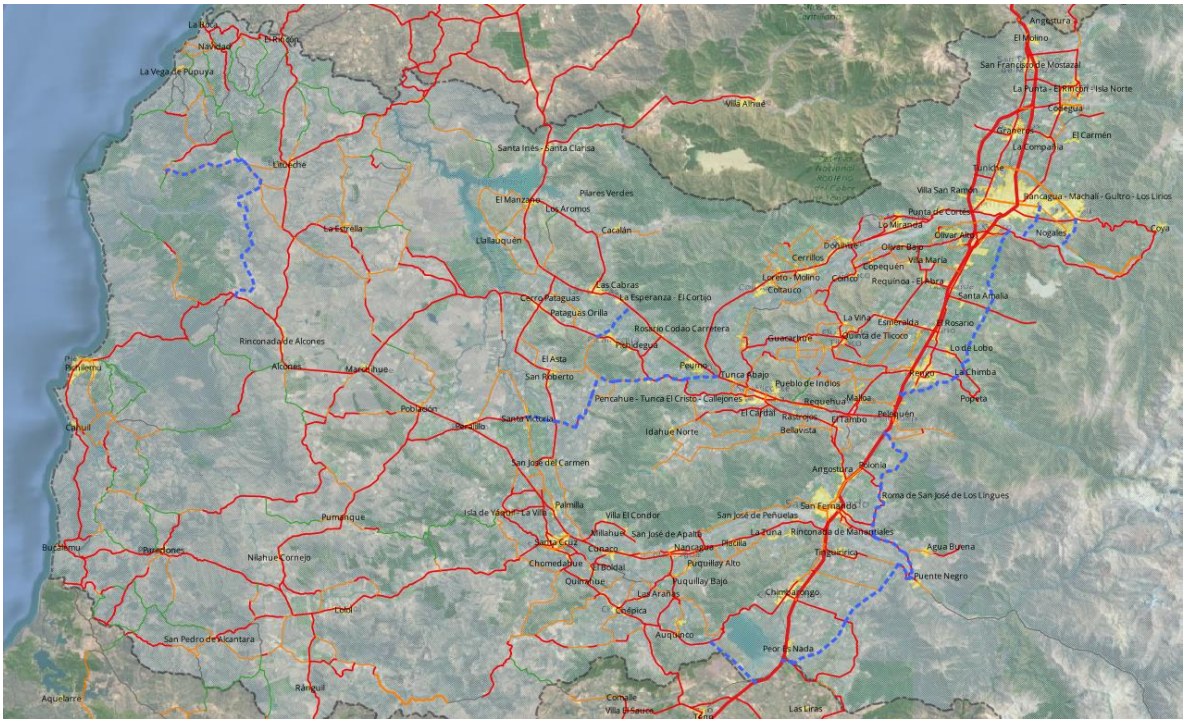
11.4.1 Plan 1

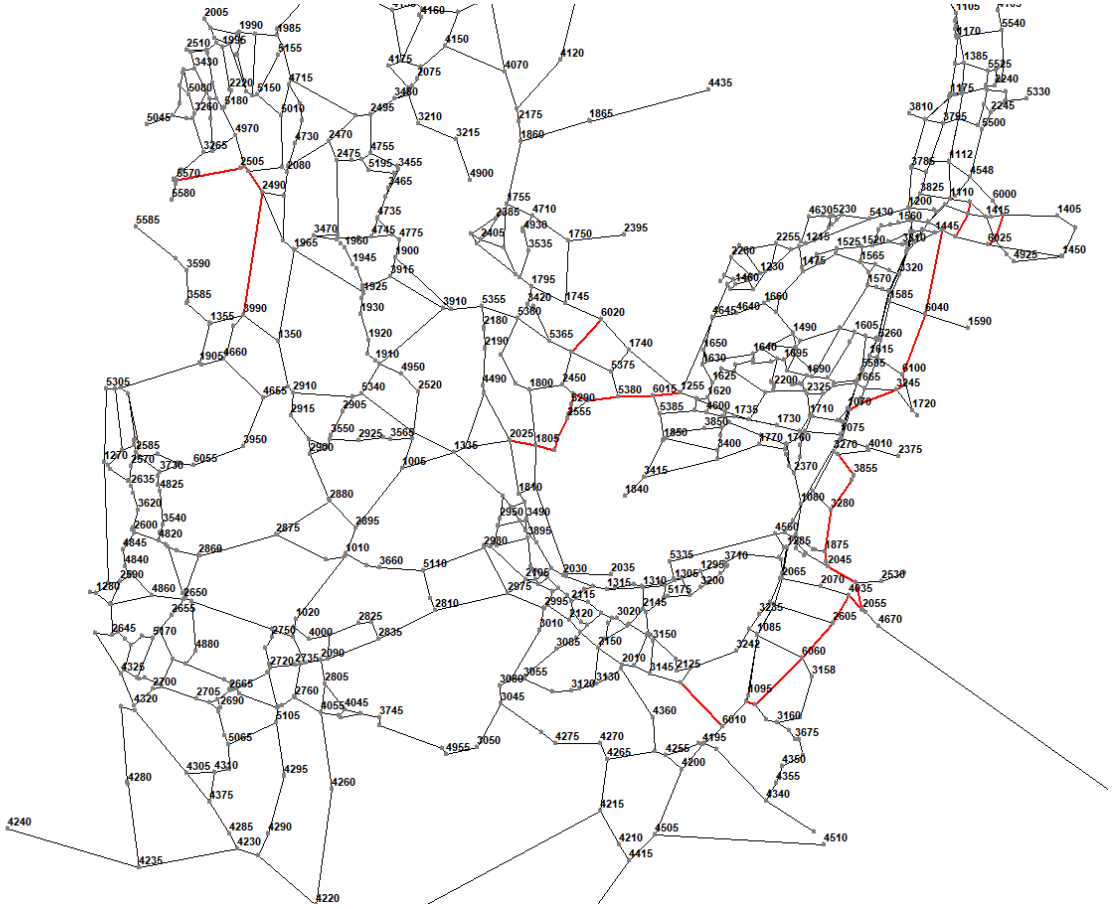
El Plan 1 recoge los proyectos que presentaron indicadores promisorios en los primeros análisis, a saber,

3b Conexión Machalí – Cachapoal Sur
4 Conexión Cachapoal
5 Conexión Cachapoal Sur – Rengo
6 Conexión Oriente Tinguiririca
12 Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90
25a Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco
28 Conexión El Barco - Peumo
29 Conexión Pichidegua – La Rosa

En la siguiente figura se representan los proyectos:

FIGURA 11.4-2: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 1





Fuente Elaboración propia

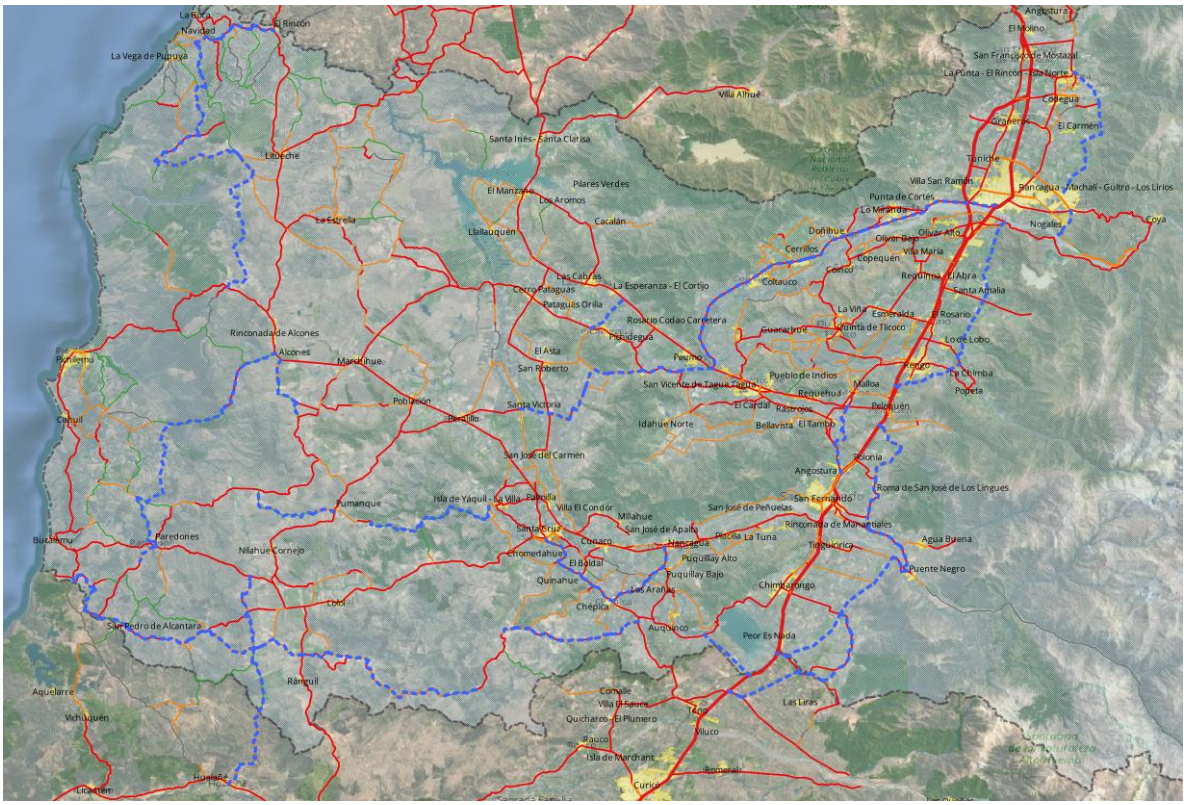
11.4.2 Plan 2

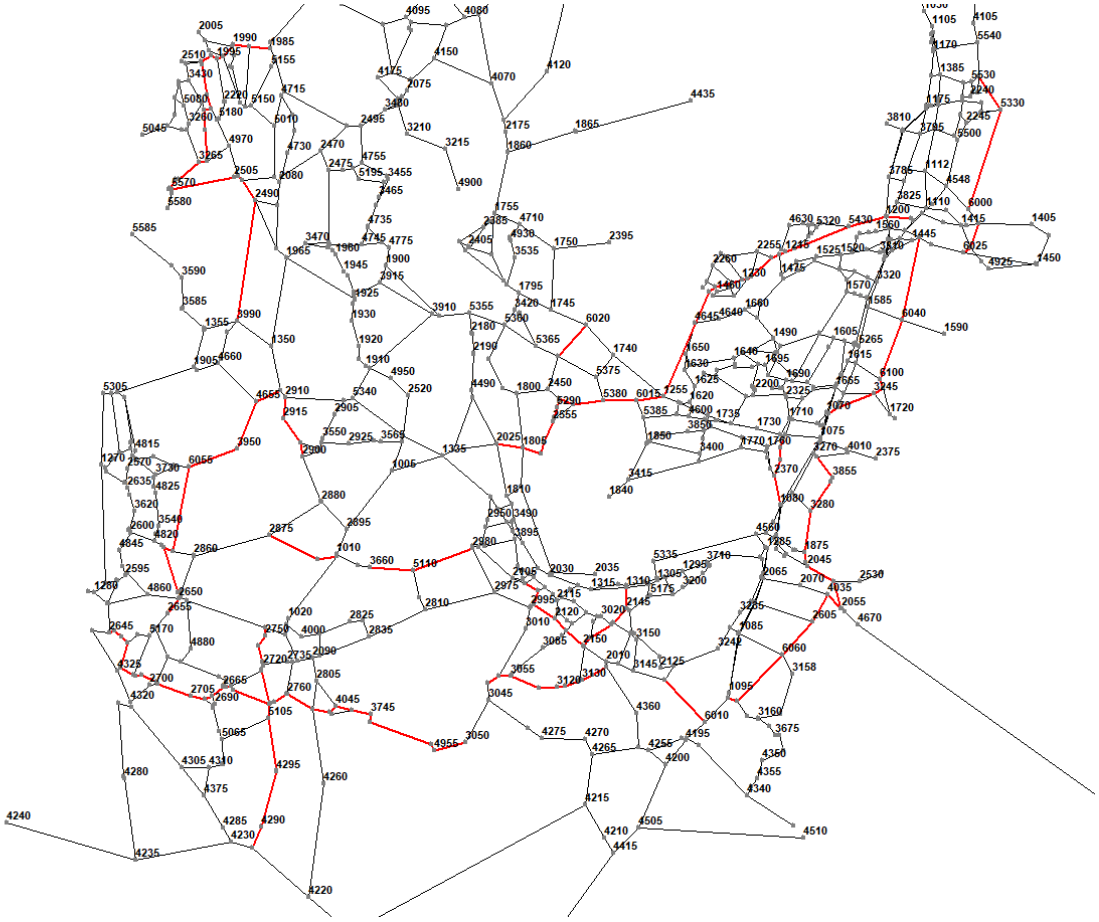
El Plan 2 tiene énfasis en el proyecto de doble calzada (proyecto 21) e incorpora proyectos estratégicos que resultan complementarios. Los proyectos contemplados son los siguientes:

2 Conexión Oriente Codegua – Machalí
3b Conexión Machalí – Cachapoal Sur
5 Conexión Cachapoal Sur – Rengo
6 Conexión Oriente Tinguiririca
7c Conexión Poniente Ruta 90 – Ruta 5
8 Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica
11 Proyecto Conexión Rapel – Topocalma
12 Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90
13 Proyecto Conexión Alcones – Paredones
14 Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara
15 Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica
21 Proyecto Ampliación Ruta H-30
22 Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada
23 Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil
24 Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque
25a Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco
25b Conexión Santa Adriana – Los Callejones
25c Conexión Los Tricahues – Las Palmas
25d Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén
25e Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional
26 Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé
28 Conexión El Barco – Peumo
29 Conexión Pichidegua – La Rosa

Esquemáticamente los proyectos se muestran en la figura:

FIGURA 11.4-3: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 2





Fuente Elaboración propia

11.4.3 Planes 3 y 4 (Ruta 5)

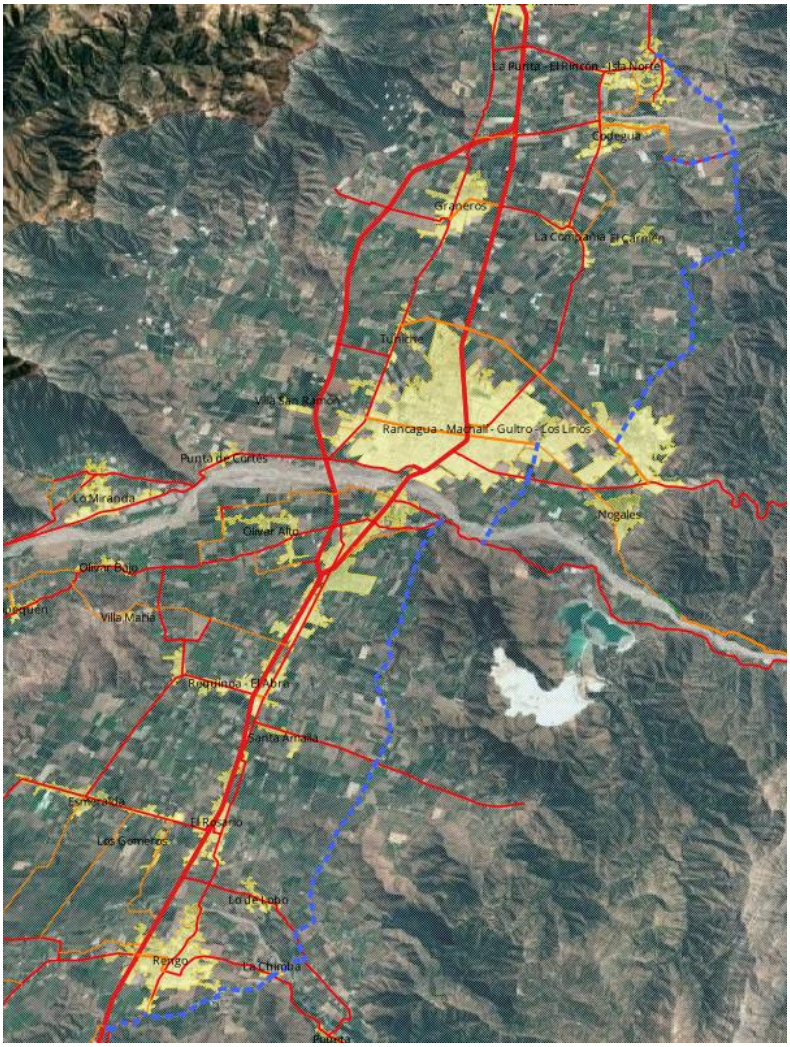
Considerando que se disponía de proyectos alternativos que configuraban ejes por el oriente y el poniente de la actual Ruta 5, se evaluaron de manera conjunta para determinar cuál resultaba más atractivo de implementar.

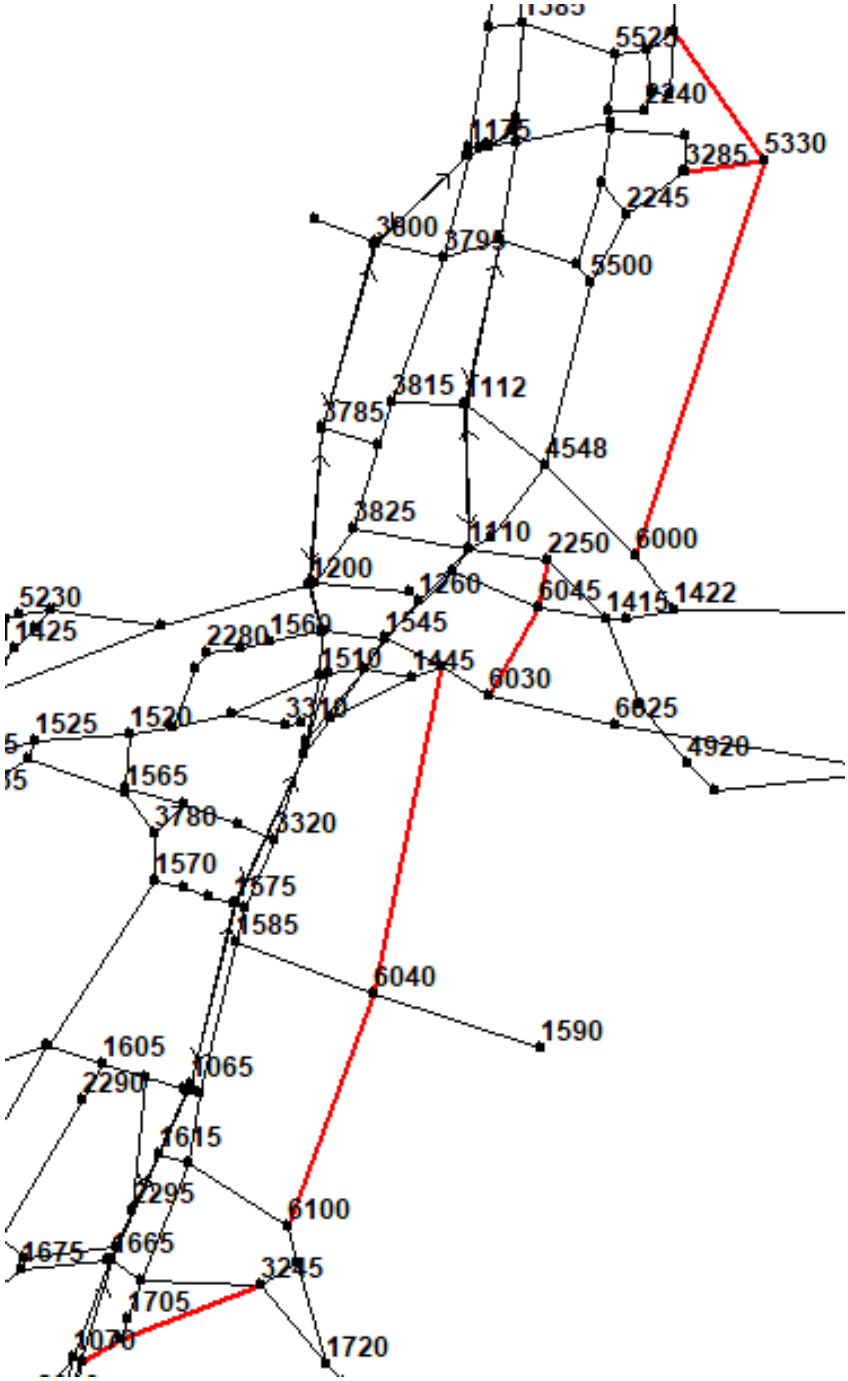
El Plan 3 (Plan Ruta 5 Oriente) recoge los proyectos alternativos por la Ruta 5 por el oriente, a saber,

1 Conexión Machalí – Cachapoal Sur
2 Conexión Oriente Codegua – Machalí
4 Conexión Cachapoal
5 Conexión Cachapoal Sur – Rengo

En la siguiente figura se representan los proyectos:

FIGURA 11.4-2: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 3





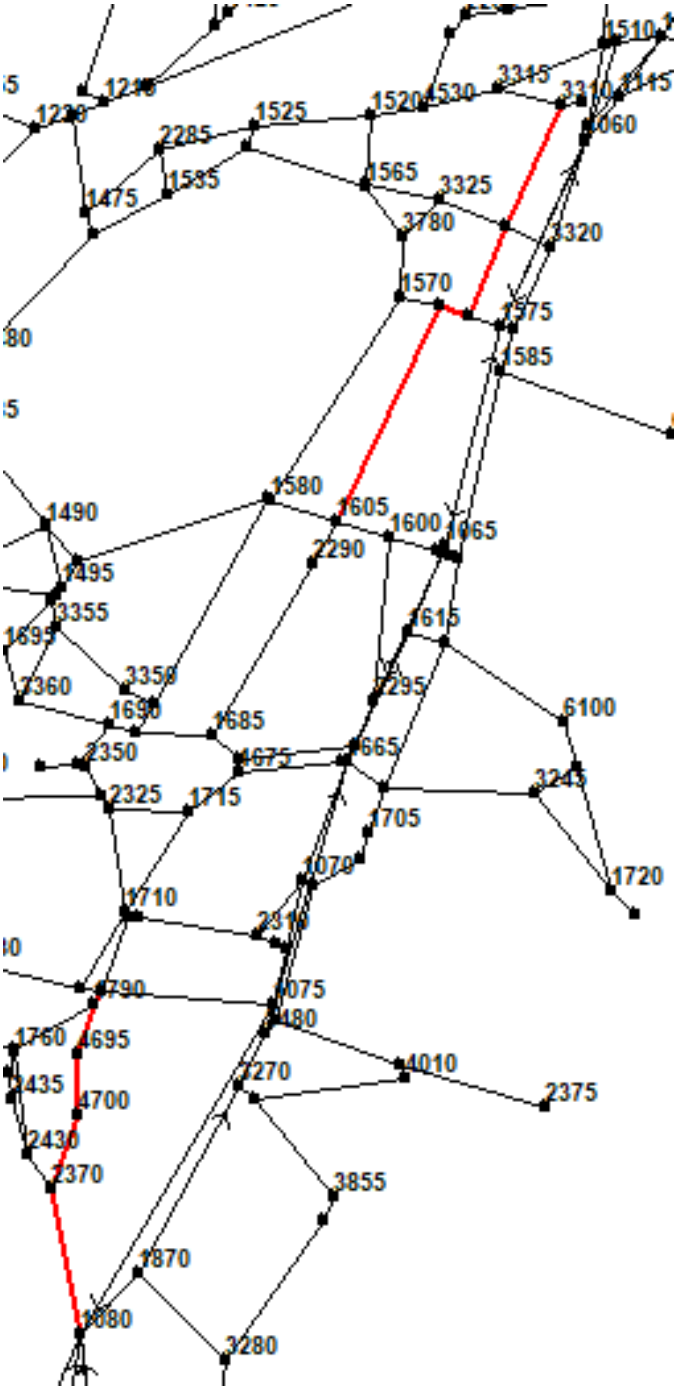
Fuente Elaboración propia

El Plan 4 (Plan Ruta 5 Poniente) recoge los proyectos alternativos a la Ruta 5 por el poniente, a saber,

7a Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes
7b Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario
7c Conexión Poniente Ruta 90 – Ruta 5

En la siguiente figura se representan los proyectos:

FIGURA 11.4-2: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 4



Fuente Elaboración propia

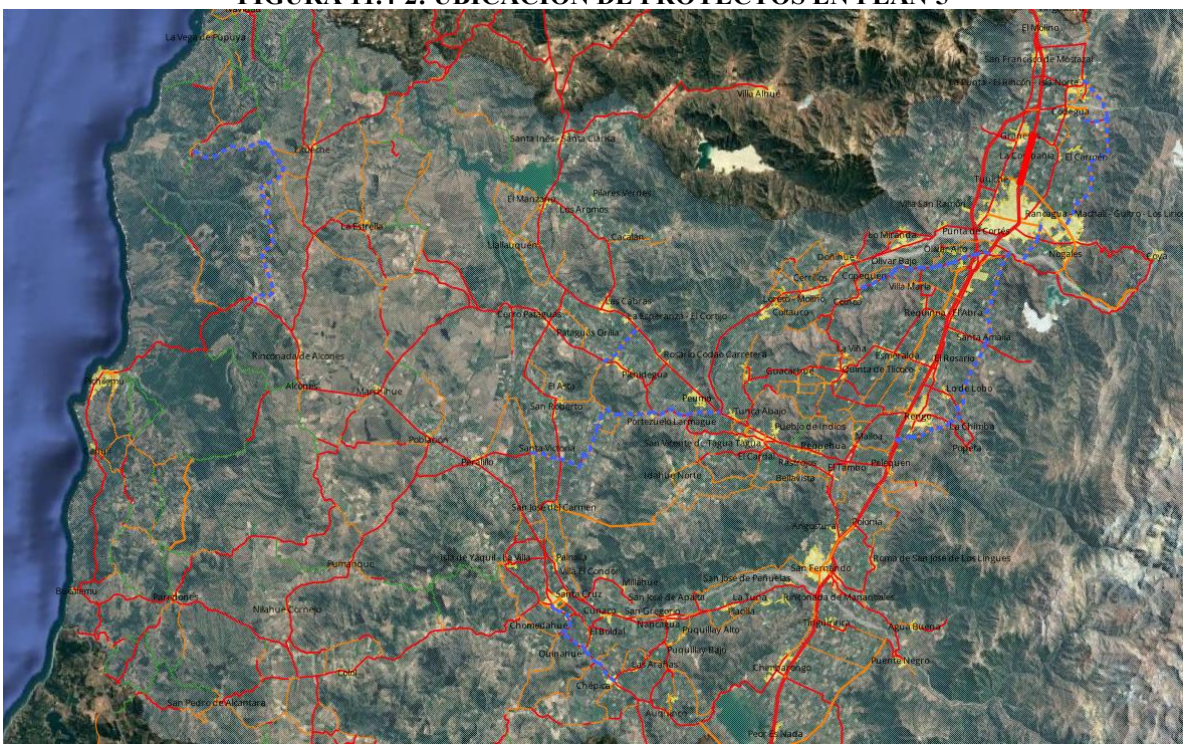
11.4.4 Plan 5

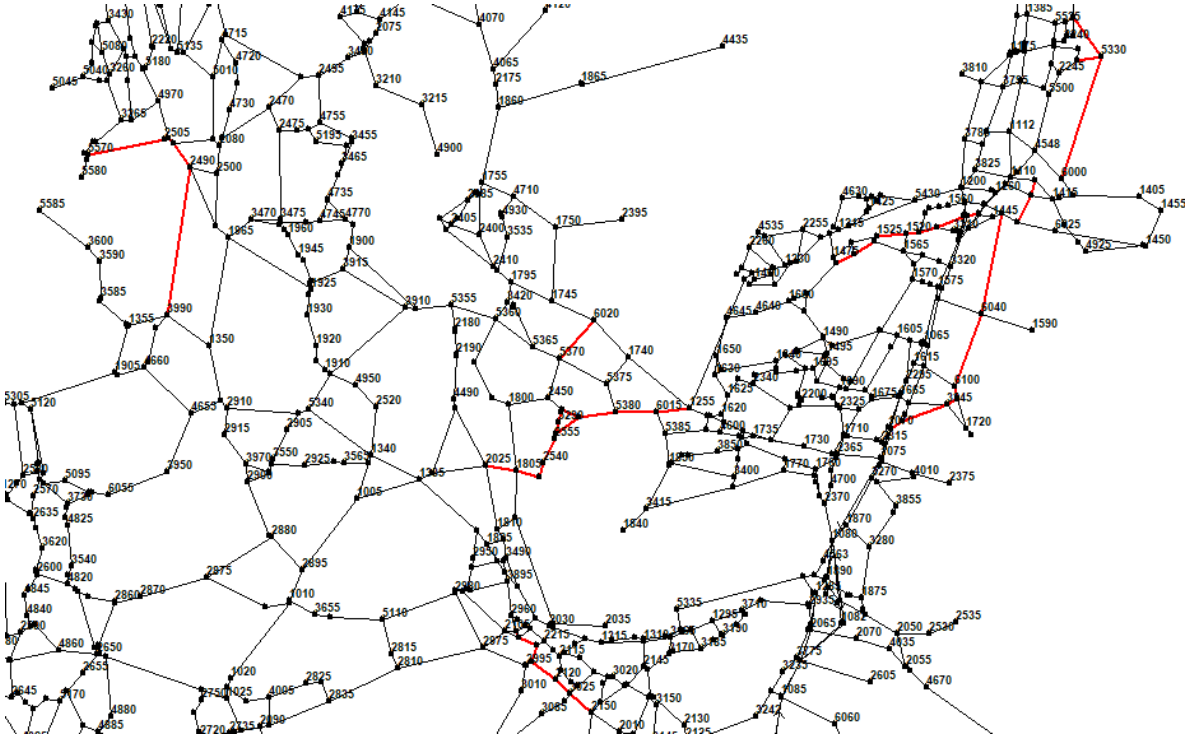
El Plan 5 recoge los proyectos que presentaron beneficios en su materialización y que en conjunto podrían presentar sinergias:

1 Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto
2 Conexión Oriente Codegua – Machalí
4 Conexión Cachapoal
5 Conexión Cachapoal Sur – Rengo
8 Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica
9 Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar
12 Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90
28 Conexión El Barco - Peumo
29 Conexión Pichidegua – La Rosa

En la siguiente figura se representan los proyectos:

FIGURA 11.4-2: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 5





Fuente Elaboración propia

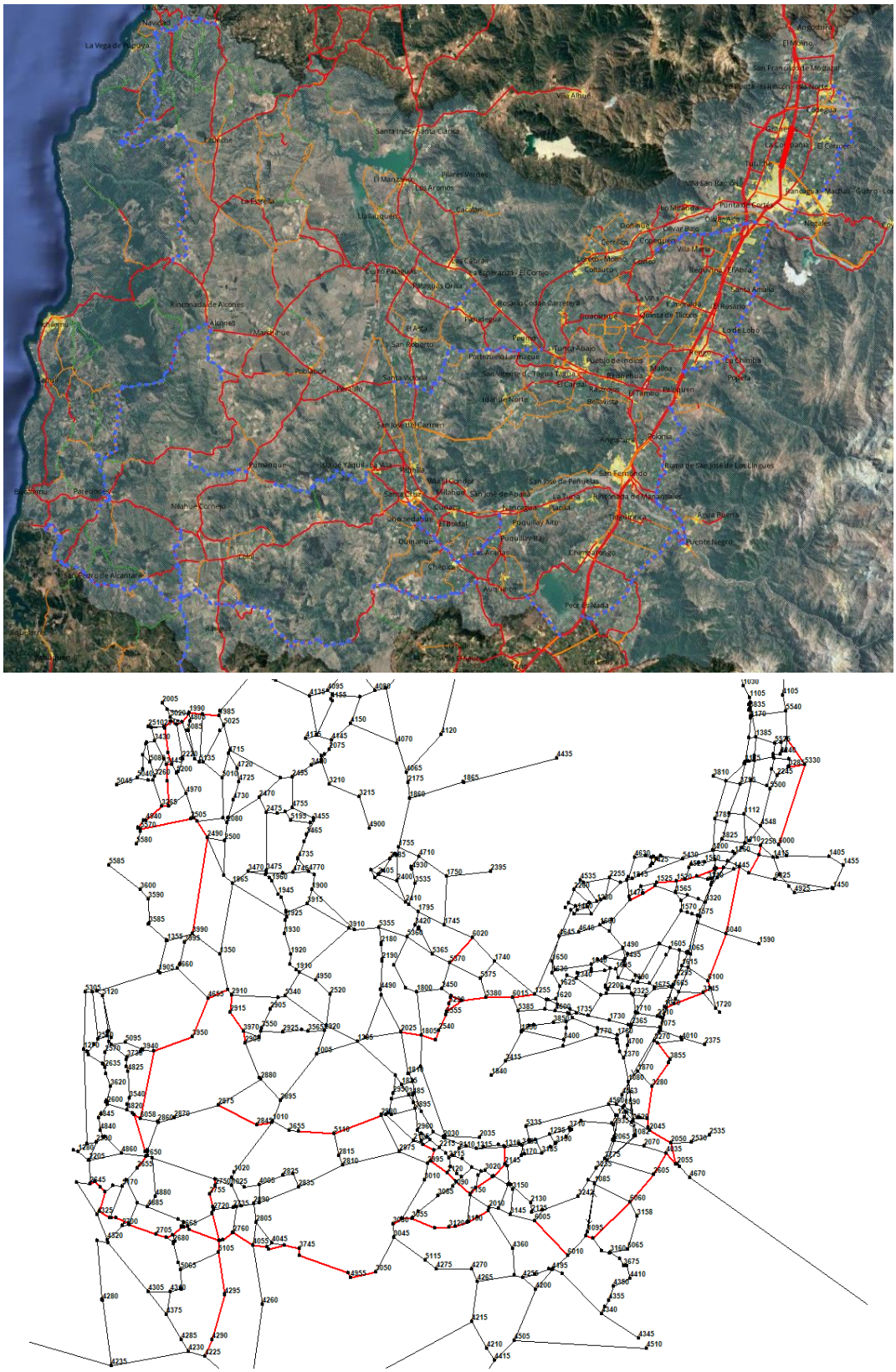
11.4.5 Plan 6

El Plan 6 agrupa un conjunto de proyectos estratégicos que fueron agrupados por la sinergia que se prevé por su ubicación, a saber,

1 Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto
2 Conexión Oriente Codegua – Machalí
4 Conexión Cachapoal
5 Conexión Cachapoal Sur – Rengo
6 Conexión Oriente Tinguiririca
8 Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica
9 Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar
11 Proyecto Conexión Rapel – Topocalma
12 Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90
13 Proyecto Conexión Alcones – Paredones
14 Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara
15 Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica
22 Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada
23 Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil
24 Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque
25A Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco
25B Conexión Santa Adriana – Los Callejones
25C Conexión Los Tricahues – Las Palmas
25D Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén
25E Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional
26 Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé
28 Conexión El Barco - Peumo
29 Conexión Pichidegua – La Rosa

En la siguiente figura se representan los proyectos:

FIGURA 11.4-2: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 6



Fuente Elaboración propia

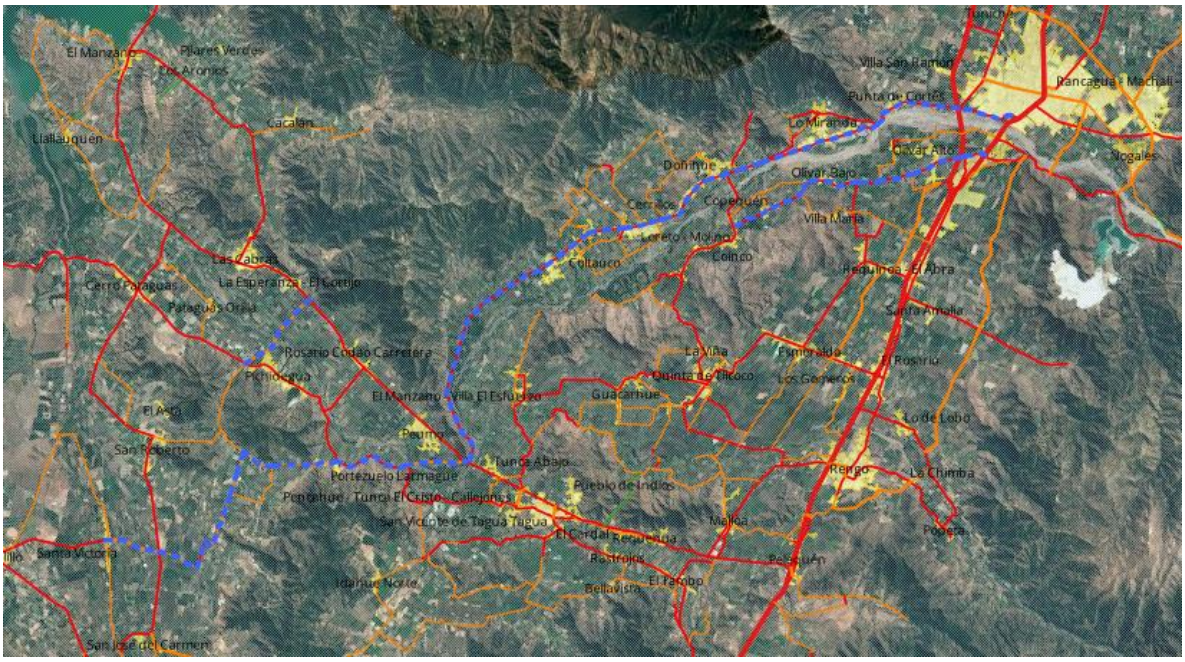
11.4.6 Plan 8

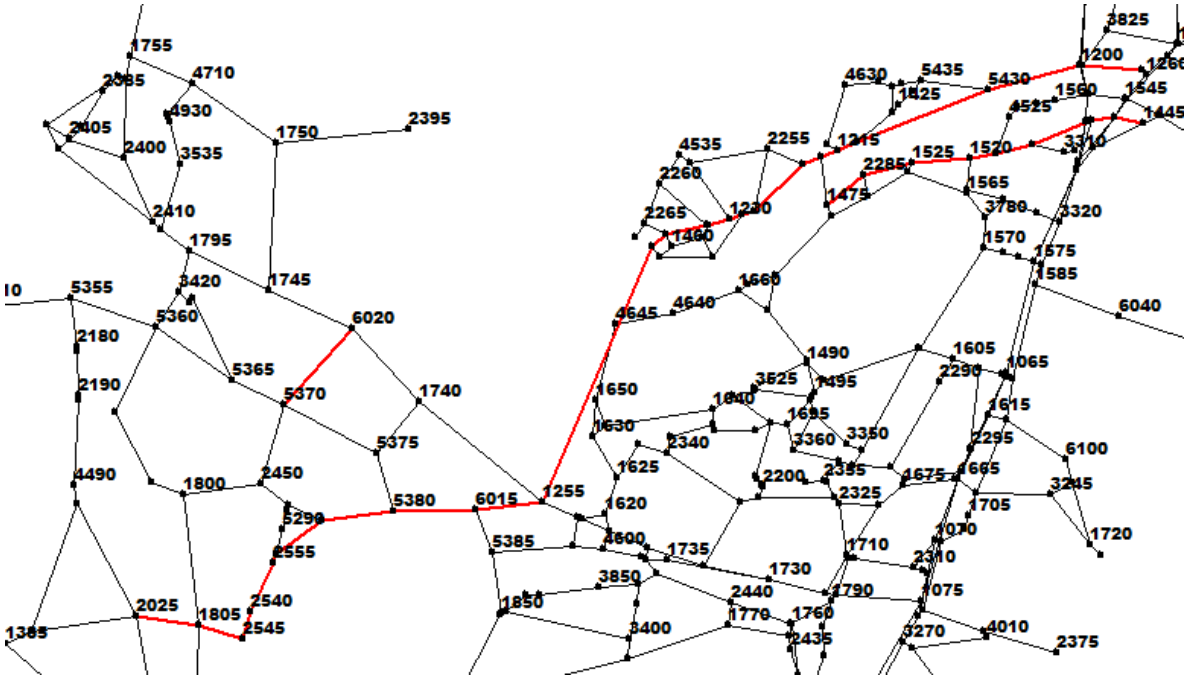
El Plan 8 agrupa un conjunto de proyectos estratégicos que fueron agrupados por presentar los mejores indicadores de rentabilidad social, a saber,

9 Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar
21 Proyecto Ampliación Ruta H-30
28 Conexión El Barco - Peumo
29 Conexión Pichidegua – La Rosa

En la siguiente figura se representan los proyectos:

FIGURA 11.4-2: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 8





Fuente Elaboración propia

11.4.7 Plan 9

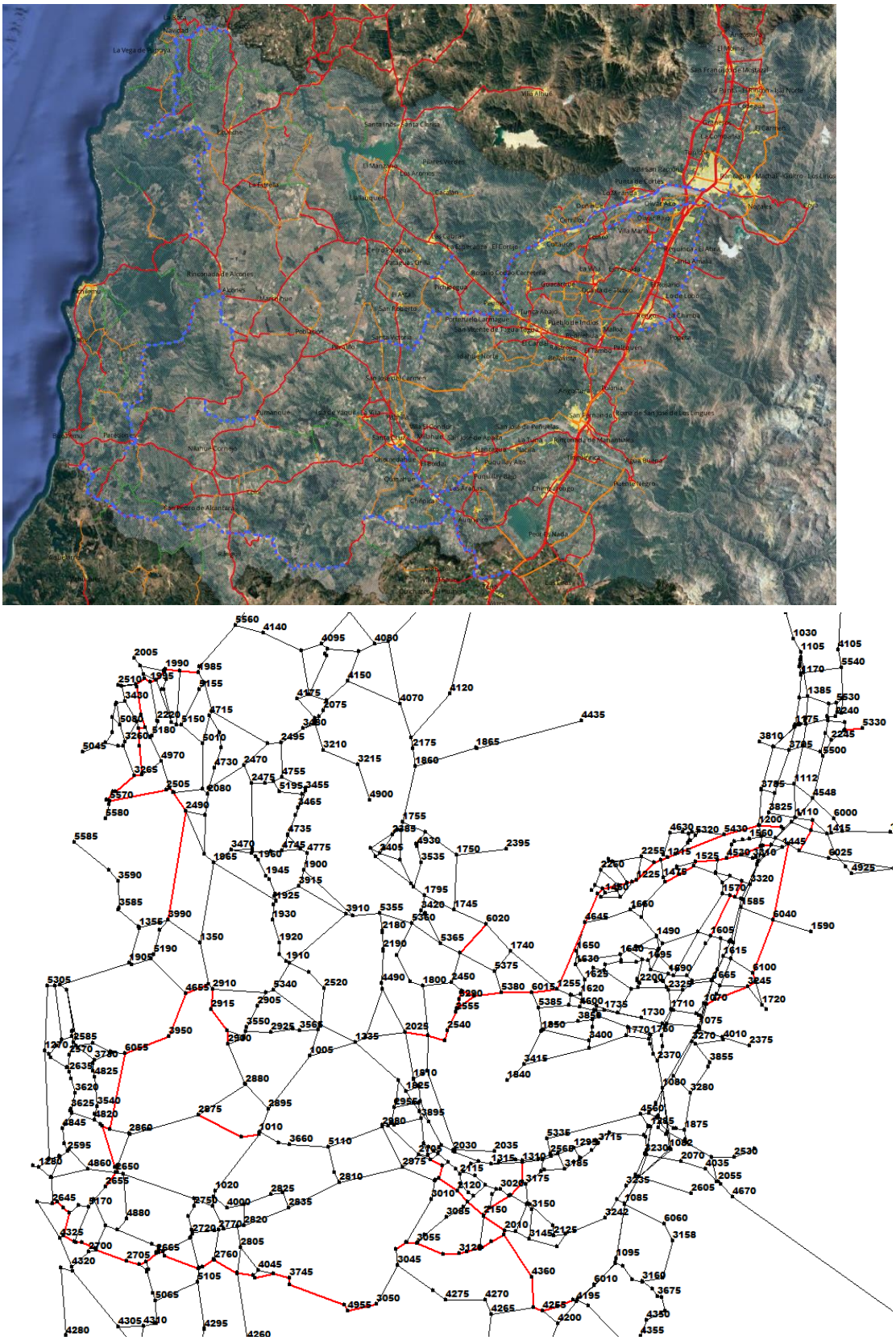
Finalmente, el Plan 9 agrupa un conjunto de proyectos estratégicos que fueron agrupados por la sinergia que se prevé por su ubicación, a saber,

4	Conexión Cachapoal
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones
14	Proyecto Conexión Boyeruca – San Pedro de Alcántara
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque
28	Conexión El Barco - Peumo
29	Conexión Pichidegua – La Rosa
52	Conexión Santa Adriana – Los Callejones
53	Conexión Los Tricahues – Las Palmas

54 Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén
55 Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional
7b Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario

En la siguiente figura se representan los proyectos:

FIGURA 11.4-2: UBICACIÓN DE PROYECTOS EN PLAN 9

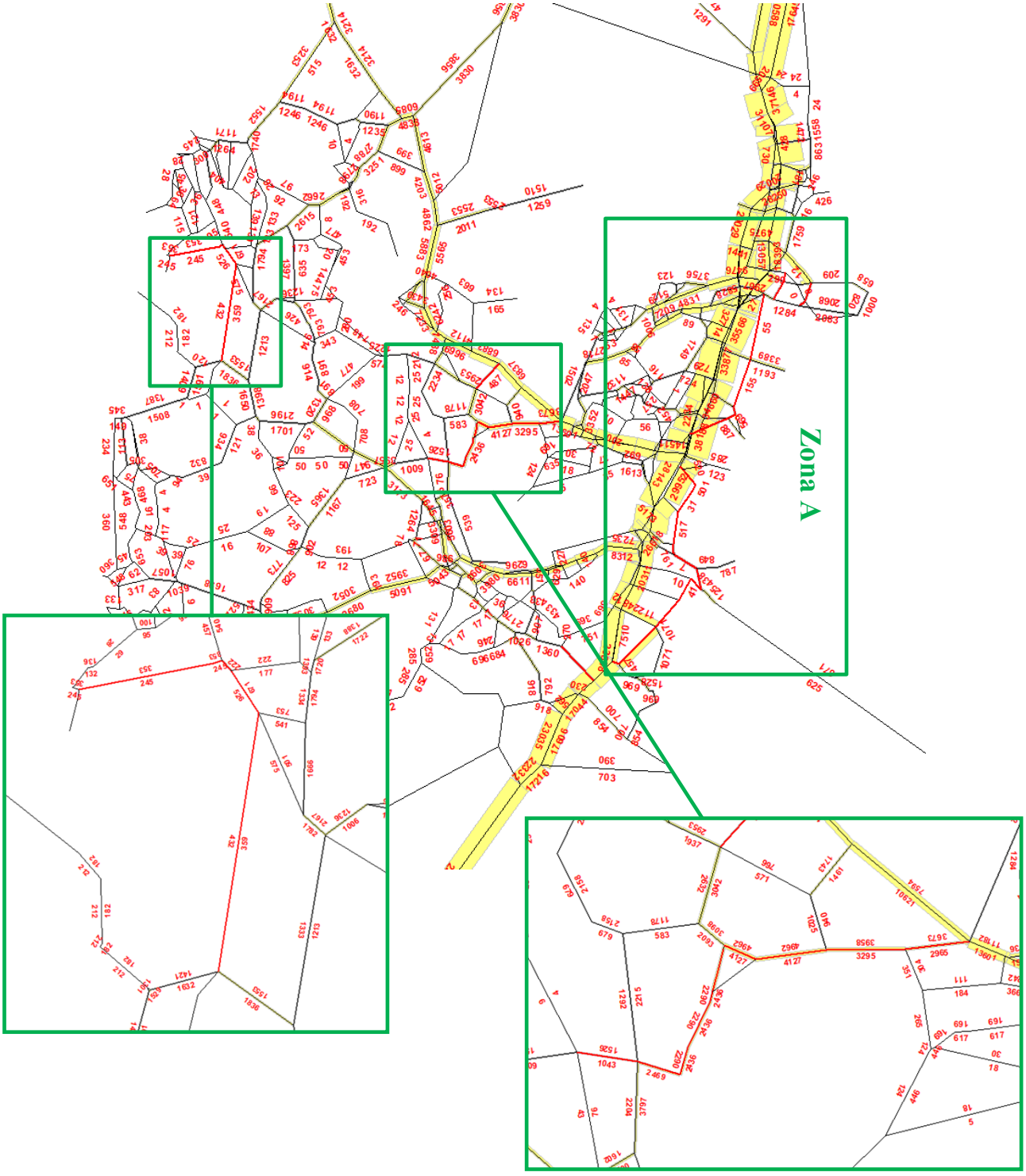


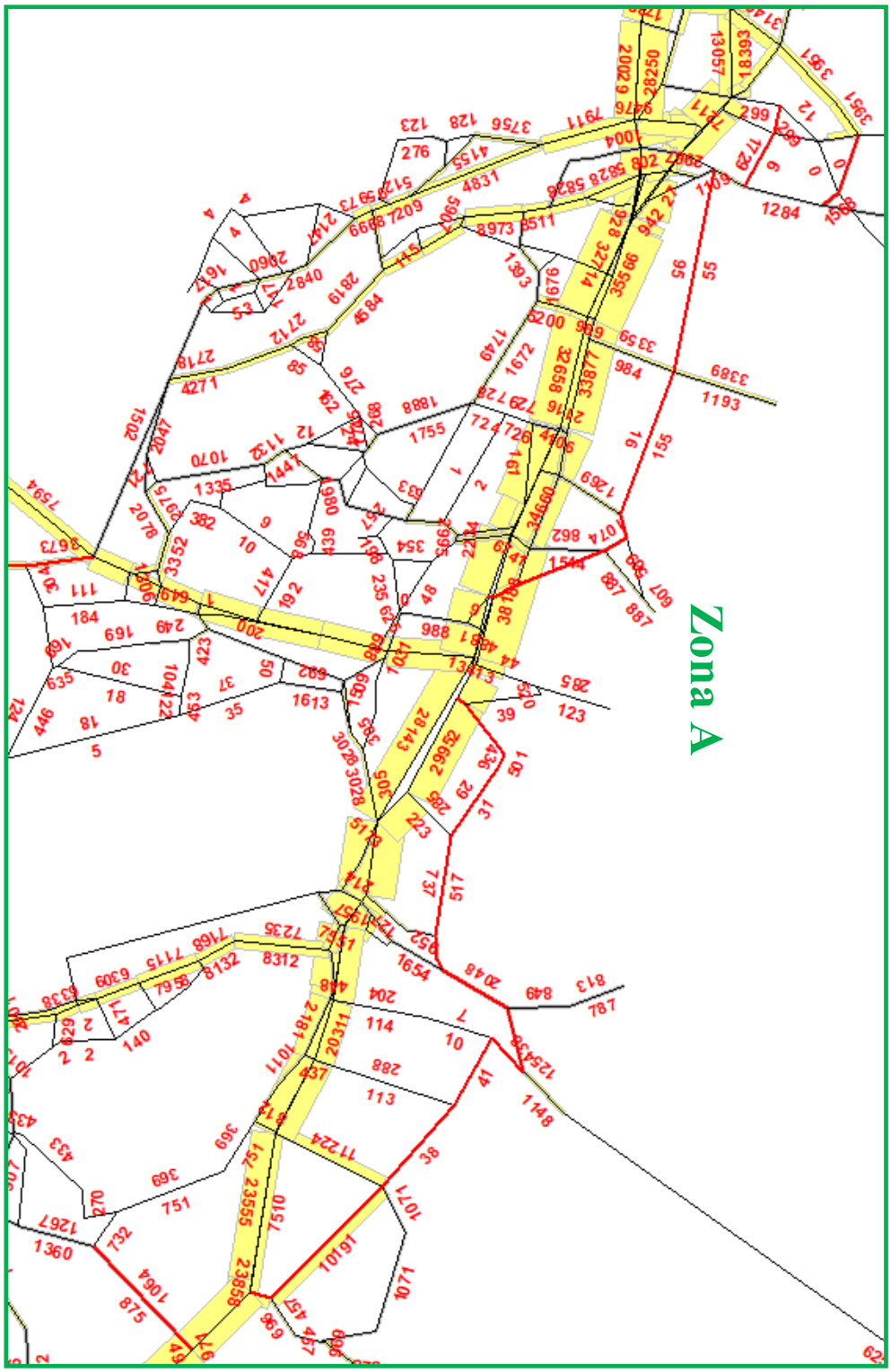
Fuente Elaboración propia

11.4.8 TMDA Planes

En las siguientes figuras se observa la demanda en términos de TMDA de cada uno de los planes antes descritos:

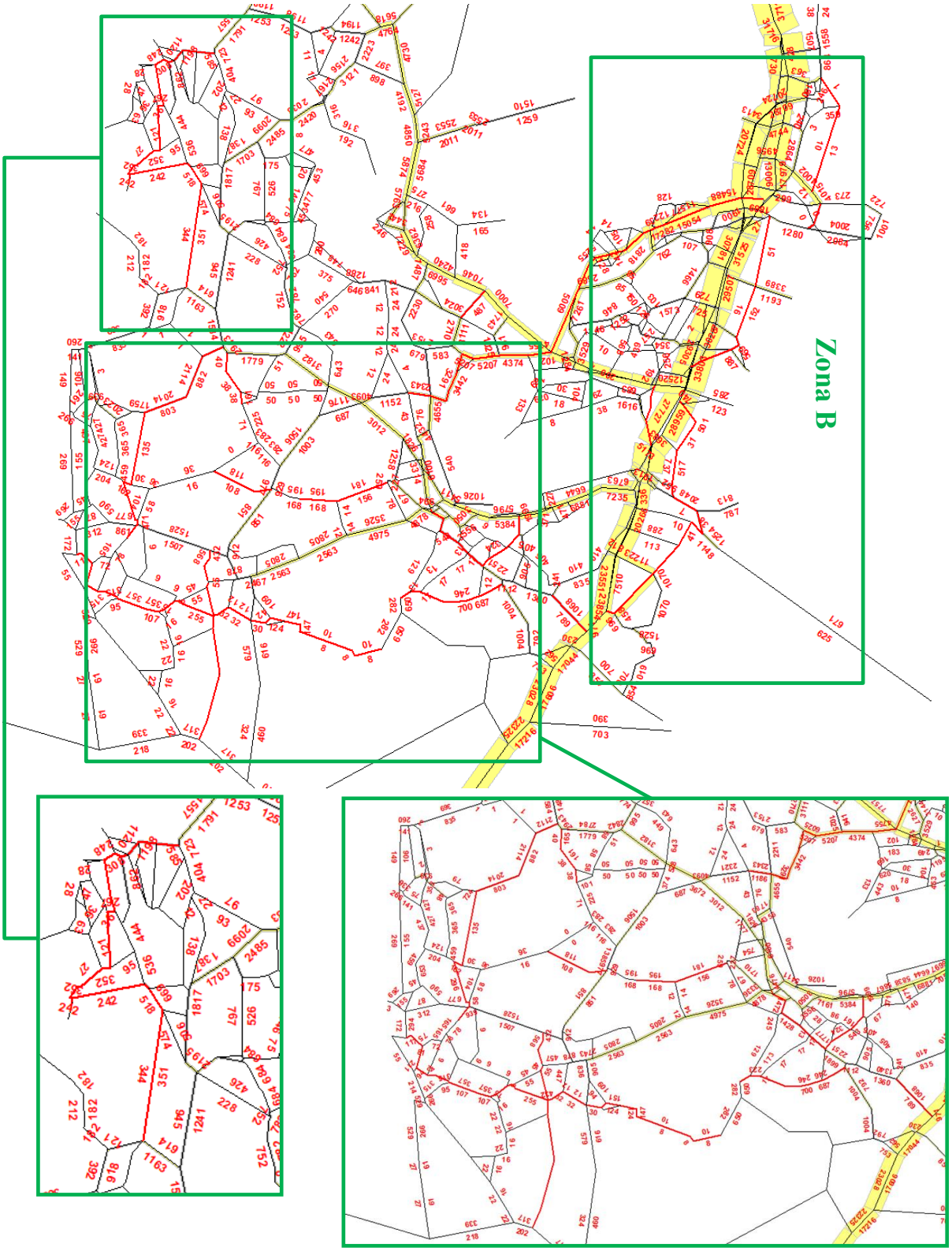
FIGURA 11.4-4: TMDA VEQ MODELADO PLAN 1
2029

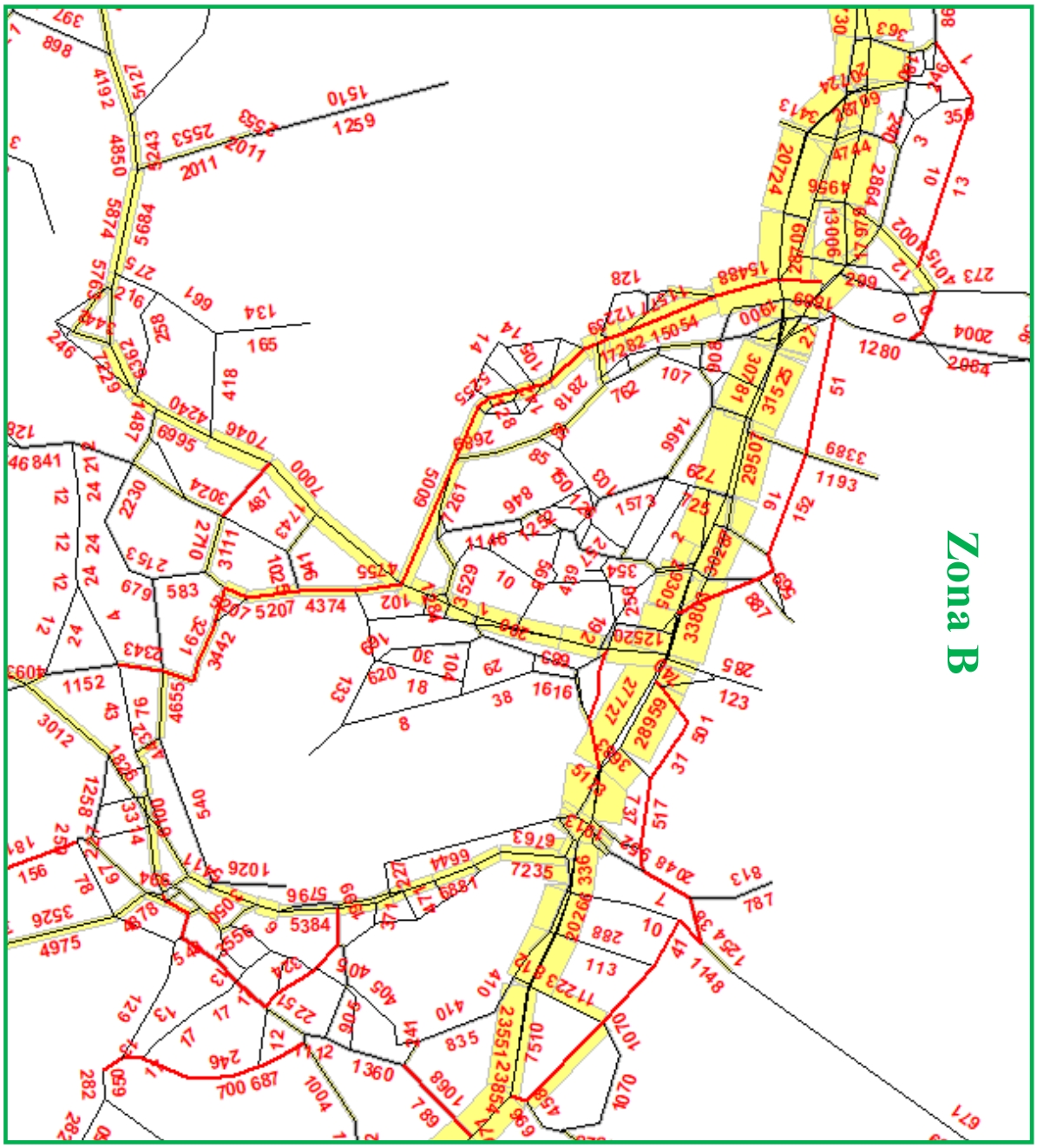




Fuente Elaboración propia

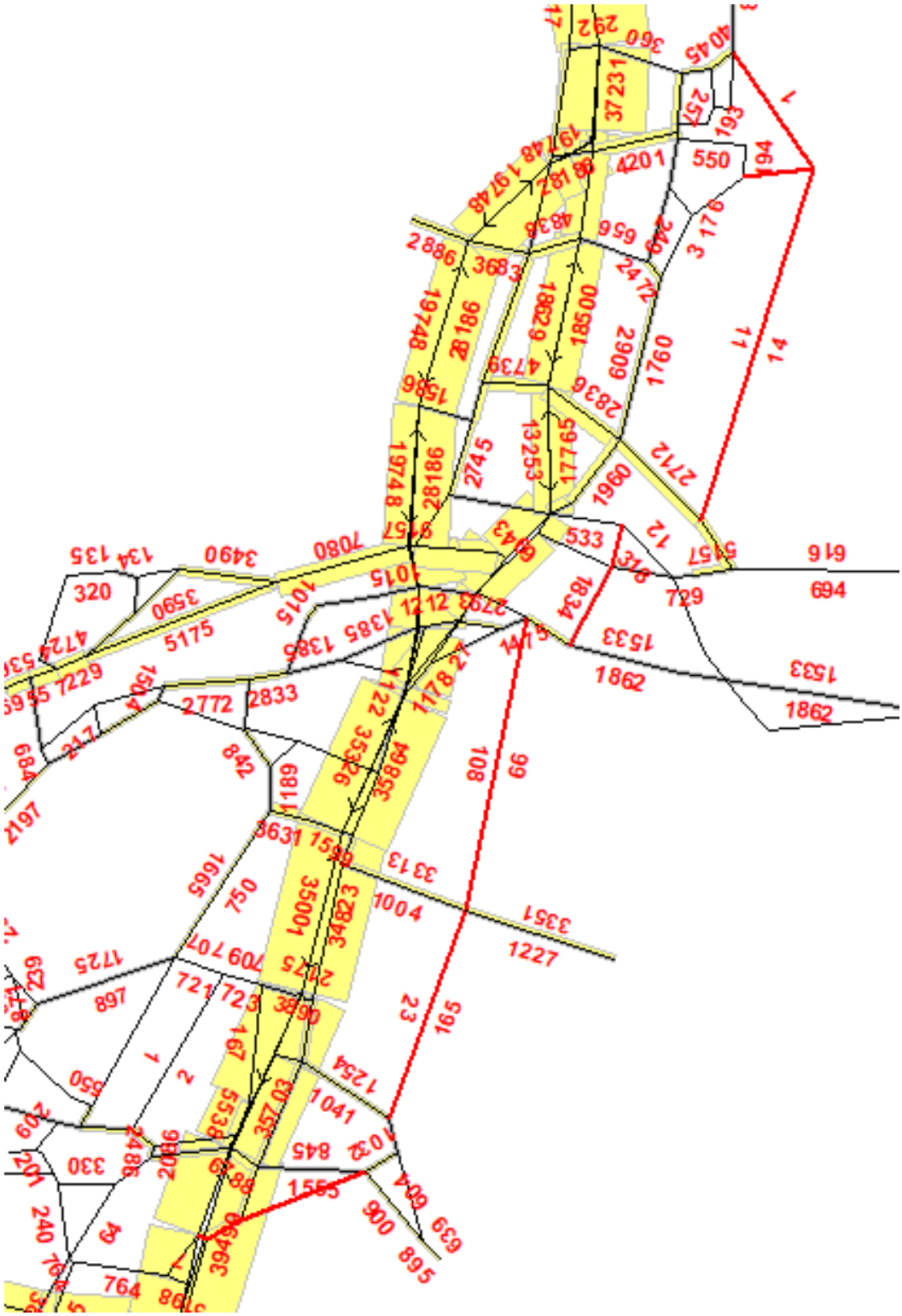
FIGURA 11.4-5: TMDA VEQ MODELADO PLAN 2
2029





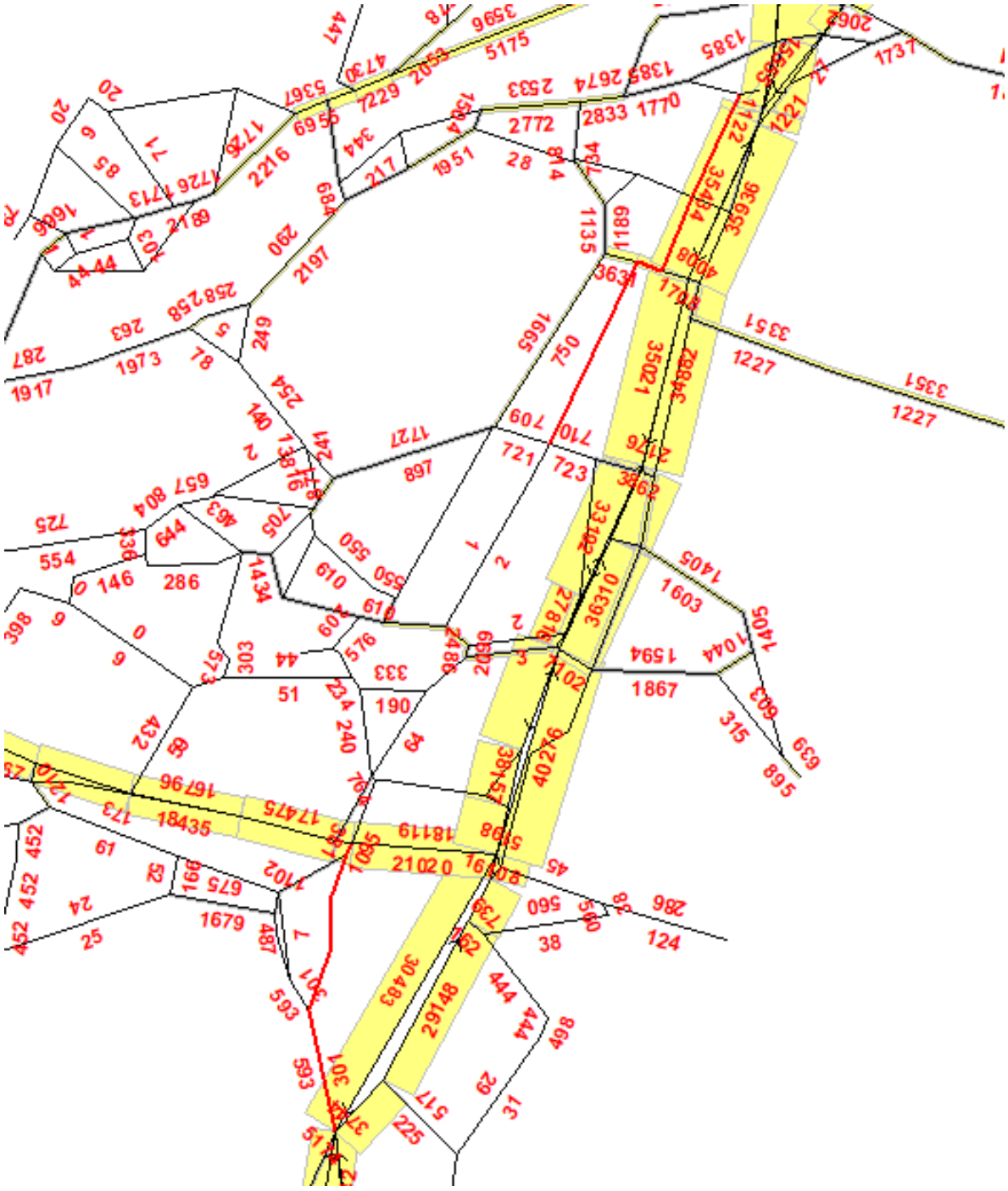
Fuente Elaboración propia

FIGURA 11.4-4: TMDA VEQ MODELADO PLAN 3
2029



Fuente Elaboración propia

FIGURA 11.4-4: TMDA VEQ MODELADO PLAN 4
2029

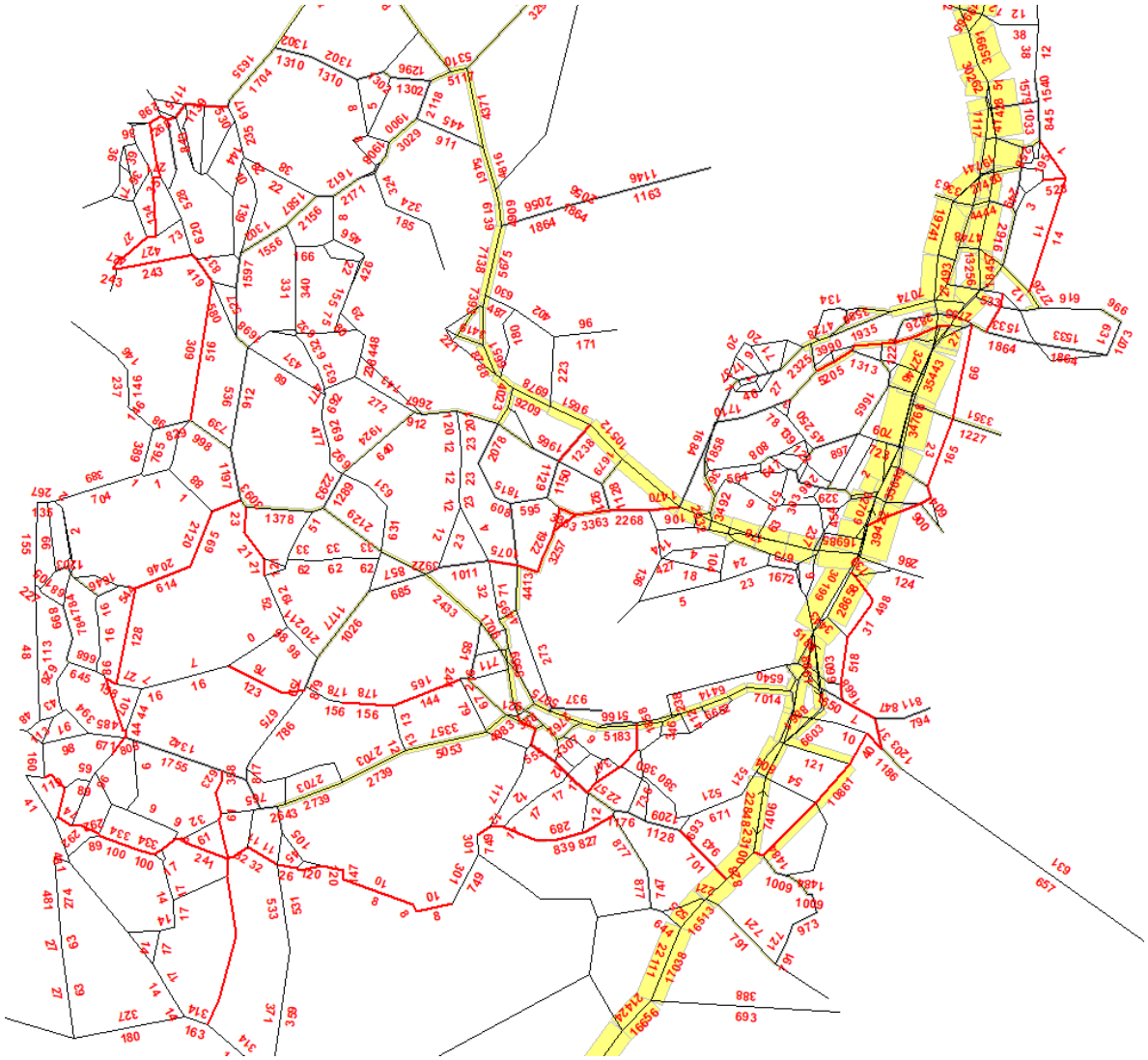


Fuente Elaboración propia

FIGURA 11.4-4: TMDA VEQ MODELADO PLAN 5
2029

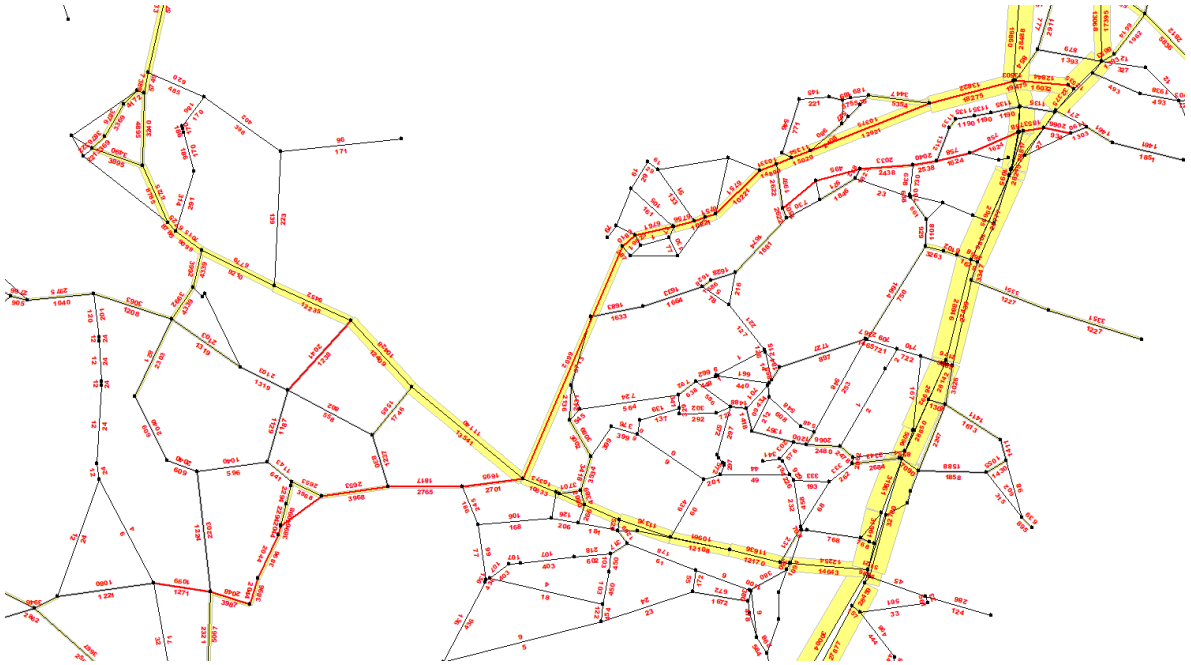
Fuente Elaboración propia

FIGURA 11.4-4: TMDA VEQ MODELADO PLAN 6
2029



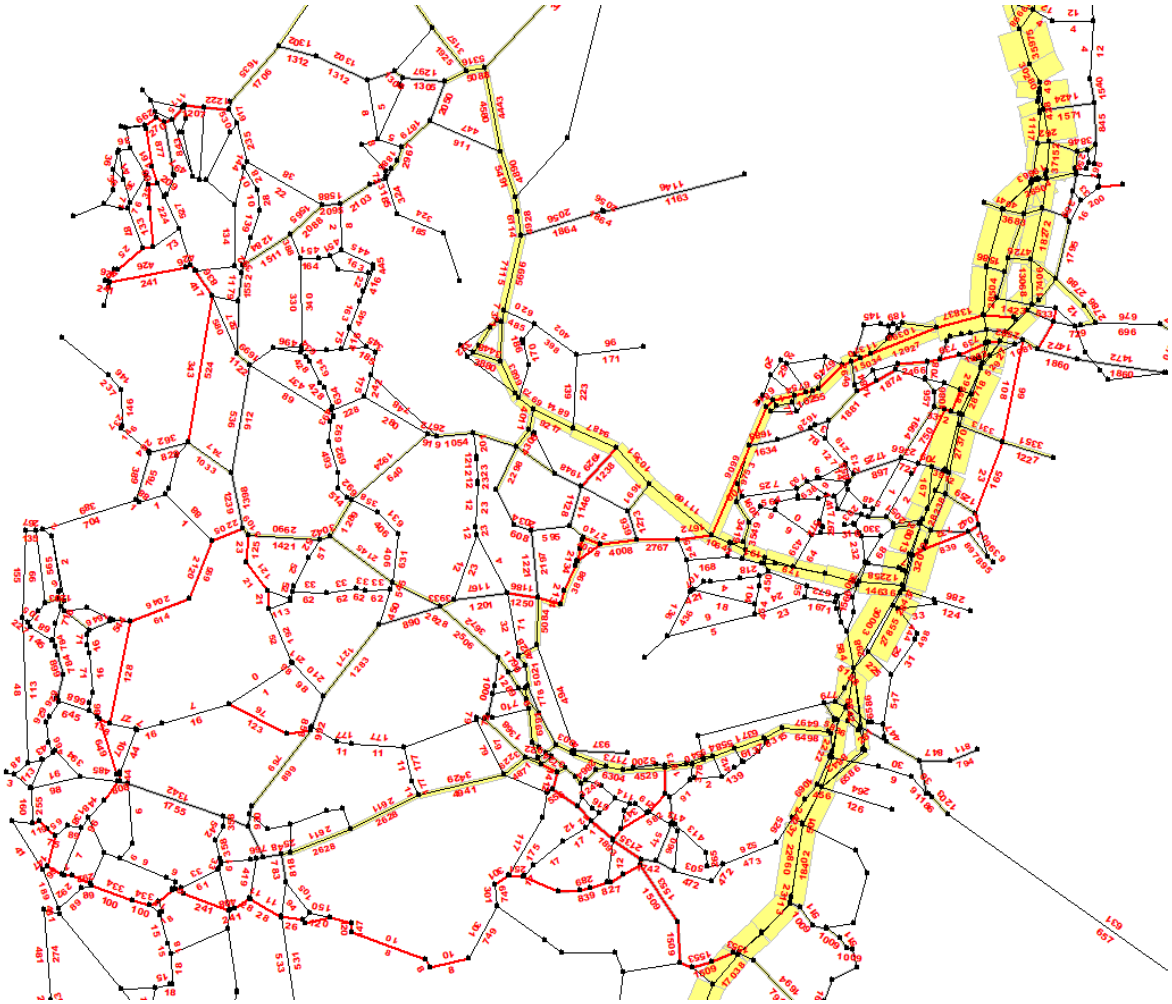
Fuente Elaboración propia

FIGURA 11.4-4: TMDA VEQ MODELADO PLAN 8
2029



Fuente Elaboración propia

FIGURA 11.4-4: TMDA VEQ MODELADO PLAN 9
2029



Fuente Elaboración propia

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

12 EVALUACIÓN SOCIAL DE PLANES Y PROYECTOS 12-1

12.1 PRESENTACIÓN.....12-1
12.2 INVERSIONES Y VALOR RESIDUAL.....12-1
12.3 EVALUACIONES POR PROYECTO 12-4
12.3.1 Enfoque General.....12-4
12.3.2 Aspectos Específicos.....12-5
12.3.3 Definición de parámetros de evaluación 12-5
12.3.4 Determinación de Beneficios 12-6
12.3.5 Determinación de Indicadores Económicos.....12-9
12.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 12-33
12.4.1 Sensibilización simple.....12-33
12.4.2 Proyectos alternativos.....12-35
12.4.3 Ajuste de inversiones.....12-37
12.5 EVALUACIÓN DE PLANES EJE LONGITUDINAL.....12-41
12.5.1 Determinación de Beneficios 12-43
12.5.2 Determinación de Indicadores Económicos.....12-44
12.5.3 Análisis de Sensibilidad 12-46
12.6 EVALUACIÓN DE PLANES.....12-46
12.6.1 Determinación de Beneficios 12-54
12.6.2 Determinación de Indicadores Económicos.....12-54
12.6.3 Análisis de Sensibilidad 12-59

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 12: EVALUACIÓN SOCIAL DE PLANES Y PROYECTOS

12-1: EVALUACIÓN SOCIAL

12 EVALUACIÓN SOCIAL DE PLANES Y PROYECTOS

12.1 Presentación

Para el estudio de la rentabilidad de los planes y proyectos se estimarán los indicadores tradicionales en la evaluación de proyectos de transporte, como son los ahorros de tiempo y los ahorros en los costos de operación de los vehículos.

En ese contexto, en la segunda sección se presentan los supuestos utilizados para estimar la inversión a valores sociales y los valores residuales de los proyectos estratégicos definidos.

A partir de las modelaciones efectuadas, en la tercera sección se presenta la evaluación individual de los proyectos estratégicos estudiados.

En la cuarta sección se presenta la evaluación del eje longitudinal Norte-Sur de la Región elaborando planes de alternativas a ambos costados de la Ruta 5.

En la quinta sección se presenta la evaluación de planes de inversión, constituidos por combinaciones de los proyectos estratégicos definidos.

12.2 Inversiones y valor residual

En el capítulo 10 se presentaron las estimaciones de inversión asociadas a cada uno de los proyectos estratégicos analizados. Dichas estimaciones, realizadas a nivel de perfil, deben ser llevadas a valor social para su inclusión en la evaluación.

CUADRO 12.2-1: ESTIMACIÓN DE COSTOS A NIVEL DE PERFIL DE PROYECTOS

Proy	Proyecto estratégico	Longitud	Proy. Vial	Estructuras	Expropiaciones	Total	Proy. Vial	Estructuras	Expropiaciones	Total
		Km	UF	UF	UF	UF	MM$	MM$	MM$	MM$
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,7	216.750	0	8.150	224.900	8.327	0	313	8.640
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,8	536.550	131.200	8.150	675.900	20.612	5.040	313	25.966
3	Conexión sur Machalí	3,4	84.425	0	11.752	96.177	3.243	0	451	3.695
3B	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	5,0	114.475	172.200	15.935	302.610	4.398	6.615	612	11.625
4	Conexión Cachapoal	5,4	122.983	221.400	14.097	358.480	4.725	8.505	542	13.772
5A	Conexión Sur Cachapoal	5,8	145.013	0	20.882	165.894	5.571	0	802	6.373
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,8	819.738	0	66.317	886.055	31.492	0	2.548	34.039
6	Conexión Oriente Tinguiririca	52,9	1.317.213	23.739	98.568	1.439.520	50.603	912	3.787	55.302
6B	Variante Morza Conexión Oriente Tinguiririca	25,6	641.050	4.920	92.311	738.281	24.627	189	3.546	28.362

Proy	Proyecto estratégico	Longitud	Proy. Vial	Estructuras	Expropiaciones	Total	Proy. Vial	Estructuras	Expropiaciones	Total
		Km	UF	UF	UF	UF	MM$	MM$	MM$	MM$
7A	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	3,9	98.500	0	14.184	112.684	3.784	0	545	4.329
7B	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	10,1	252.025	0	23.620	275.645	9.682	0	907	10.589
7C	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	11,5	286.975	0	0	286.975	11.025	0	0	11.025
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	15,0	2.101.820	0	0	2.101.820	80.745	0	0	80.745
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,0	475.925	0	0	475.925	18.283	0	0	18.283
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,1	926.800	0	19.949	946.749	35.605	0	766	36.371
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,7	942.050	0	34.362	976.412	36.190	0	1.320	37.511
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,2	1.153.950	3.280	103.705	1.260.935	44.331	126	3.984	48.441
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,6	388.825	0	0	388.825	14.937	0	0	14.937
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,3	306.250	70.110	0	376.360	11.765	2.693	0	14.459
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	27,2	950.460	27.101	0	977.561	36.514	1.041	0	37.555
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,7	7.374.640	39.565	0	7.414.205	283.309	1.520	0	284.829
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,5	187.650	0	27.022	214.672	7.209	0	1.038	8.247
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	27,5	824.400	0	98.928	923.328	31.671	0	3.800	35.471
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	10,6	265.425	0	38.221	303.646	10.197	0	1.468	11.665
25A	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,9	196.825	0	25.574	222.399	7.561	0	982	8.544
25B	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,1	452.900	6.478	0	459.378	17.399	249	0	17.648
25C	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,7	442.900	0	0	442.900	17.015	0	0	17.015
25D	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16,8	419.650	2.665	4.378	426.693	16.122	102	168	16.392
25E	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	20,0	499.700	0	0	499.700	19.197	0	0	19.197
26	Mejoramiento Conexión Nilahue del Medio – Hualañé	34,9	873.450	0	31.545	904.995	33.555	0	1.212	34.767
27	Conexión Huique - Millahue	10,2	167.500	6.650.000	0	6.817.500	6.435	255.471	0	261.906
28	Conexión El Barco - Peumo	31,3	781.925	45.100	23.863	850.888	30.039	1.733	917	32.688
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,5	152.906	205.000	18.588	376.494	5.874	7.875	714	14.464

Fuente: Elaboración Propia

Para efectos de evaluación social y consistencia con el vector de precios sociales vigente, se utilizarán valores expresados en moneda de diciembre de 2024. Para llevarlos a valor social, se asumirá que equivale al 80% de la inversión privada. Para determinar el valor residual, se asumirá que al final del horizonte de evaluación (20 años), se mantiene un 20% de la inversión social en proyecto vial y un 50% de la inversión en estructuras, ya que tienen una vida útil mayor.

CUADRO 12.2-2: INVERSIONES EN MEJORAMIENTOS Y VALOR RESIDUAL (MM$ DIC 2024)

Proy	Proyecto estratégico	Inversión Privada	Inversión Social	Valor residual	% valor residual
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8.640	6.912	1.558	23%
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	25.966	20.773	5.540	27%

Proy	Proyecto estratégico	Inversión Privada	Inversión Social	Valor residual	% valor residual
3	Conexión Sur Machalí	3.695	2.956	844	29%
3B	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	11.625	9.300	3.791	41%
4	Conexión Cachapoal	13.772	11.017	4.548	41%
5A	Conexión Sur Cachapoal	6.373	5.098	1.469	29%
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	34.039	27.231	6.873	25%
6	Conexión Oriente Tinguiririca	55.302	44.241	11.188	25%
6B	Variante Morza Conexión Oriente Tinguiririca	28.362	22.690	6.569	29%
7A	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	4.329	3.463	998	29%
7B	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	10.589	8.471	2.202	26%
7C	Conexión Poniente Ruta 90 – Ruta 5	11.025	8.820	1.764	20%
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	80.745	64.596	12.919	20%
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	18.283	14.627	2.925	20%
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	36.371	29.097	6.249	21%
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37.511	30.008	6.741	22%
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	48.441	38.753	10.012	26%
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	14.937	11.950	2.390	20%
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	14.459	11.567	2.960	26%
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	37.555	30.044	6.259	21%
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	284.829	227.863	45.937	20%
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	8.247	6.598	1.901	29%
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	35.471	28.377	7.804	28%
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	11.665	9.332	2.689	29%
25A	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	8.544	6.835	1.917	28%
25B	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	17.648	14.118	2.883	20%
25C	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17.015	13.612	2.722	20%
25D	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16.392	13.114	2.741	21%
25E	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	19.197	15.357	3.071	20%
26	Mejoramiento Conexión Nilahue del Medio – Hualañé	34.767	27.814	6.241	22%
27	Conexión Huique - Millahue	261.906	209.525	103.218	49%
28	Conexión El Barco - Peumo	32.688	26.151	6.159	24%
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	14.464	11.571	4.604	40%

Nota: $/UF 31/Dic/24: 38.416,69

Fuente: Elaboración Propia

12.3 Evaluaciones por proyecto

12.3.1 Enfoque General

La evaluación social se realizará de acuerdo a lo establecido por el MDSF en la Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano (2013). De esta forma, se incluirán los siguientes beneficios sociales en la evaluación social del proyecto:

- Beneficios por ahorro en tiempo de viaje de los usuarios.
- Beneficios por ahorro en el consumo de combustible de los vehículos.
- Beneficios por otros costos de operación de los vehículos.

El beneficio económico proveniente del tránsito corresponderá a la diferencia entre el consumo total de recursos incurrido por los usuarios del sistema de transporte en la situación base y en la situación con proyecto. Su valorización se realizará ocupando los precios sociales vigentes.

Los resultados de estas modelaciones permitirán cuantificar el consumo de tiempo de viaje en la red y los flujos resultantes del equilibrio de tráfico serán incorporados en la estimación de los costos operacionales vehiculares.

Adicionalmente y a partir de los antecedentes recopilados en la estimación de costos de construcción de las obras se establecerá un valor residual de éstas, mediante el análisis de aquellas partidas cuya vida útil excede el horizonte de evaluación. Este valor residual se considerará entre los flujos del proyecto como un beneficio al término de dicho horizonte, provenientes del mejor proyecto que utilice parcial o totalmente la infraestructura remanente. Este beneficio será valorizado a precios sociales, una vez aplicados los ajustes establecidos por el MDS a las diferentes partidas del remanente de la inversión.

A partir de las estimaciones realizadas, se calculan indicadores de rentabilidad, tanto de corto como de largo plazo, incluyéndose el VAN, TIR, la tasa de rentabilidad inmediata (TRI) y el valor actualizado neto del primer año (VAN1). Posteriormente, se realizan sensibilizaciones en lo que respecta a sus variables económicas más relevantes y sujetas a incertidumbre (beneficios e inversión), estimándose la variabilidad de los indicadores de rentabilidad social del escenario de proyecto seleccionado.

12.3.2 Aspectos Específicos

La valoración de los ahorros de tiempo de viaje se estimará como la diferencia de los consumos de tiempo totales de la red de modelación entre las situaciones base y la situación de proyecto. Por ello, en primer lugar se deben obtener los beneficios derivados del consumo de tiempo. El procedimiento que se ocupará para su estimación se resume en la siguiente expresión.

$$VCT_{t,s} = \sum_{p,a,c} V_{p,t,s}^{a,c} * H_p * VSTI_p^c * TOC^c [1]$$

Donde:

$VCT_{t,s}$: Valor social del consumo de tiempo (m$/año) incurrido por los viajes que se realizan en la situación ***s*** (base o proyecto) y corte temporal ***t***

$V_{p,t,s}^{a}$: Viajes asignables de la categoría **c** que se realizan en el arco **a**, en el período ***p***, en la situación ***s*** (base o proyecto) y corte temporal ***t***

H_p: Horas al año que representa el período ***p***

$VSTI_p^c$: Valor social del tiempo interurbano de la categoría c en el período p ($/pasajero)

TOC^c: Tasa de ocupación de la categoría c (pasajeros/vehículo)

Similarmente para los otros recursos sociales, es posible estimar los consumos de recursos de combustible, neumáticos, lubricantes, repuestos, mano de obra y depreciación.

Para lo anterior se recurrió al uso de la herramienta dispuesta por el Ministerio de Obras Públicas que simula el modelo HDM-4 a través de una planilla Excel.

12.3.3 Definición de parámetros de evaluación

Para la determinación de los beneficios, se utiliza el vector de precios sociales de costos de operación/mantención y tiempo definidos por el Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), tanto para viajes realizados en vehículos urbanos como interurbanos.

El vector de precios vigente considera una tasa social de descuento del 5,5% y los precios por ítem y tipo de vehículo expuestos en el cuadro siguiente.

[1] En el caso de los vehículos de carga el valor del tiempo está expresado en $/vehículo, por lo que la tasa de ocupación de dicha categoría no es necesaria.

CUADRO 12.3-1: VECTOR DE PRECIOS SOCIALES

Valor social	Unidad	Categorías de vehículos				
		Autos	Camionetas.	Cam. Simples	Cam. Articulados	Buses
Precio Social vehículos.	(M$/veh)	11.533	26.321	61.504	96.229	121.310
Precio Social combustible	($/lt)	776,0	774,0	792,0	792,0	792,0
Precio Social neumáticos	($/neum)	81.134	183.735	225.711	337.457	337.457
Precio Social mantención	($/hr)	6.503	6.503	6.503	6.503	6.503
Precio Social lubricantes	($/lt)	8.444	8.444	5.001	5.001	5.001

Fuente: Elaboración propia a partir de precios sociales publicados por MIDESO. [pesos del 31 de Dic 2024]

En el caso del valor del tiempo interurbano, las valoraciones de vehículos de carga y de pasajeros difieren en sus unidades. En el caso de los camiones su valoración es 12.526 $/vehículo, mientras que en el caso de los vehículos de pasajeros es 9.495 $/pasajero, por lo que se requiere multiplicar por una tasa de ocupación para obtener la valoración por vehículo. A continuación se indican las valoraciones por vehículo estimadas usando las tasas de ocupación medidas en el marco del estudio:

CUADRO 12.3-2: VALORES SOCIALES DEL TIEMPO INTERURBANO

Valor social	Unidad	Categorías de vehículos				
		Autos	Camionetas.	Cam. Simples	Cam. Articulados	Buses
Precio Social tiempo Interurbano	($/hr/veh)	13.958	13.103	12.526	12.526	185.153

Fuente: Elaboración propia a partir de precios sociales publicados por MIDESO. [pesos del 31 de Dic 2024]

12.3.4 Determinación de Beneficios

La determinación de beneficios se realiza a partir de la comparación entre los indicadores de consumo de recursos de la situación base y aquellos que resultan de la modelación de las alternativas.

A partir de la información detallada de flujos por arco de la modelación de cada una de las alternativas con SATURN y cada año de corte, más las modelaciones HDM-4 se obtuvieron los consumos totales de tiempo de viaje, consumo de combustible y costos de operación para cada uno de los tipos de vehículos considerados.

De la comparación de los resultados de consumo de la alternativa con la situación definida como base, es posible determinar los ahorros de consumo que genera cada alternativa-escenario de tarificación, lo anterior para cada uno de las temporadas y los cortes temporales de análisis. De los ahorros de consumo se estimarán los beneficios anuales que genera la alternativa en cada año de corte.

En síntesis, se generarán para los cortes temporales analizados, los beneficios anuales de la alternativa para los siguientes ítems:

- Ahorro de tiempo de viaje interurbano
- Ahorro de combustible
- Ahorros por otros Costos de operación
  - Lubricante
  - Neumáticos
  - Repuestos
  - Mano de Obra
  - Depreciación

Los cuadros siguientes presentan los consumos de tiempo de viaje, combustible y costos operacionales, para cada año de corte.

CUADRO 12.3-3: CONSUMO DE RECURSOS [M$/AÑO]

Alt	Tiempo	Combustible	Neumáticos	Lubricantes	Repuestos	Mano de obra	Depreciación	Suma	Ahorros
2029									
ba	1.326.964	620.795	267.842	75.416	295	66.936	388	2.358.636	
1	1.326.974	620.795	267.843	75.416	295	66.936	388	2.358.647	-11
2	1.326.993	620.797	267.843	75.416	295	66.936	388	2.358.669	-33
3	1.326.964	620.795	267.842	75.416	295	66.936	388	2.358.636	0
3b	1.327.455	620.769	267.488	75.445	295	66.973	389	2.358.815	-180
4	1.326.853	620.845	267.679	75.411	295	66.928	388	2.358.399	237
5	1.325.762	620.541	267.746	75.369	295	66.896	388	2.356.997	1.638
5a	1.326.913	620.786	267.836	75.413	295	66.932	388	2.358.565	71
6	1.344.990	624.601	267.835	75.918	297	67.334	391	2.381.366	-22.730
6b	1.328.592	620.800	267.849	75.411	295	66.928	388	2.360.264	-1.628
7a	1.326.964	620.795	267.842	75.416	295	66.936	388	2.358.636	0
7b	1.326.848	620.795	267.842	75.416	295	66.936	388	2.358.520	115
7c	1.326.911	620.796	267.843	75.416	295	66.935	388	2.358.584	51
8	1.326.170	620.720	267.839	75.400	295	66.921	388	2.357.733	903
9	1.325.705	618.561	267.586	75.202	295	66.800	387	2.354.534	4.101
11	1.326.655	620.821	267.897	75.419	295	66.933	388	2.358.410	226
12	1.326.937	620.484	267.454	75.400	295	66.904	388	2.357.862	774
13	1.325.971	620.331	267.832	75.372	295	66.854	388	2.357.044	1.592
14	1.326.936	620.773	267.860	75.416	295	66.930	388	2.358.598	37
15	1.326.772	620.806	267.837	75.416	295	66.933	388	2.358.448	188
16	1.326.167	621.059	267.860	75.463	295	66.974	389	2.358.207	429
21	1.306.805	601.517	264.458	74.840	294	66.690	387	2.314.991	43.644
22	1.326.950	620.772	267.842	75.416	295	66.934	388	2.358.597	39
23	1.326.876	620.814	267.898	75.412	295	66.927	388	2.358.610	26
24	1.326.935	620.752	267.852	75.416	295	66.929	388	2.358.567	69
25a	1.347.787	623.292	268.321	75.840	296	67.271	391	2.383.200	-24.564
25b	1.326.824	620.792	267.842	75.416	295	66.928	388	2.358.485	151
25c	1.326.955	620.793	267.842	75.416	295	66.935	388	2.358.623	12
25d	1.326.924	620.793	267.838	75.416	295	66.935	388	2.358.588	47
25e	1.326.776	620.781	267.837	75.415	295	66.933	388	2.358.426	210

Alt	Tiempo	Combustible	Neumáticos	Lubricantes	Repuestos	Mano de obra	Depreciación	Suma	Ahorros
26	1.327.052	620.802	267.860	75.421	295	66.934	388	2.358.753	-118
27	1.326.790	620.714	267.802	75.403	295	66.922	388	2.358.315	320
28	1.324.758	619.603	267.432	75.281	295	66.801	388	2.354.557	4.078
29	1.326.086	621.018	267.479	75.416	295	66.919	388	2.357.601	1.035
2034									
ba	1.531.115	715.812	306.489	87.535	342	77.543	453	2.719.289	
1	1.531.128	715.812	306.490	87.535	342	77.543	453	2.719.304	-14
2	1.531.151	715.815	306.490	87.535	342	77.543	453	2.719.329	-40
3	1.531.115	715.812	306.489	87.535	342	77.543	453	2.719.289	0
3b	1.531.677	715.788	306.090	87.569	342	77.586	453	2.719.505	-216
4	1.530.977	715.875	306.307	87.529	342	77.535	453	2.719.019	271
5	1.529.676	715.511	306.375	87.479	342	77.495	453	2.717.331	1.958
5a	1.531.053	715.802	306.482	87.532	342	77.539	453	2.719.203	86
6	1.552.223	720.232	306.479	88.120	344	78.008	457	2.745.861	-26.572
6b	1.533.075	715.817	306.497	87.529	342	77.534	453	2.721.248	-1.958
7a	1.531.115	715.812	306.489	87.535	342	77.543	453	2.719.289	0
7b	1.530.976	715.812	306.489	87.535	342	77.543	453	2.719.151	138
7c	1.531.051	715.814	306.489	87.535	342	77.543	453	2.719.227	62
8	1.530.229	715.725	306.485	87.516	342	77.526	453	2.718.277	1.013
9	1.529.589	713.096	306.177	87.274	341	77.377	452	2.714.307	4.983
11	1.530.757	715.841	306.551	87.539	342	77.540	453	2.719.023	266
12	1.531.081	715.460	306.048	87.517	342	77.507	453	2.718.408	881
13	1.529.918	715.256	306.477	87.482	342	77.445	453	2.717.374	1.916
14	1.531.082	715.788	306.509	87.535	342	77.536	453	2.719.245	44
15	1.530.888	715.825	306.483	87.535	342	77.541	453	2.719.068	221
16	1.530.211	716.110	306.509	87.588	342	77.586	454	2.718.800	489
21	1.507.533	693.071	302.565	86.844	341	77.249	452	2.668.055	51.234
22	1.531.099	715.785	306.488	87.535	342	77.541	453	2.719.243	46
23	1.531.018	715.833	306.551	87.530	342	77.533	453	2.719.260	29
24	1.531.081	715.761	306.500	87.535	342	77.536	453	2.719.207	82
25a	1.555.466	718.733	307.055	88.032	344	77.936	457	2.748.021	-28.732
25b	1.530.952	715.810	306.488	87.535	342	77.534	453	2.719.113	176
25c	1.531.104	715.810	306.488	87.535	342	77.543	453	2.719.275	15
25d	1.531.069	715.810	306.484	87.535	342	77.542	453	2.719.235	54
25e	1.530.904	715.796	306.483	87.534	342	77.540	453	2.719.052	237
26	1.531.217	715.821	306.510	87.541	342	77.542	453	2.719.425	-136
27	1.530.908	715.721	306.443	87.519	342	77.527	453	2.718.913	376
28	1.528.491	714.438	306.009	87.377	341	77.385	452	2.714.493	4.796
29	1.530.060	716.123	306.082	87.537	342	77.525	453	2.718.123	1.166
2040									
ba	1.847.028	859.864	364.401	106.100	414	93.770	553	3.272.130	
1	1.847.046	859.865	364.402	106.100	414	93.770	553	3.272.149	-20
2	1.847.075	859.868	364.402	106.100	414	93.770	553	3.272.181	-52
3	1.847.028	859.864	364.401	106.100	414	93.770	553	3.272.130	0
3b	1.847.693	859.841	363.935	106.140	414	93.821	554	3.272.398	-268
4	1.846.849	859.949	364.192	106.092	414	93.760	553	3.271.809	321
5	1.845.216	859.490	364.260	106.028	413	93.709	553	3.269.669	2.461
5a	1.846.949	859.851	364.392	106.095	414	93.765	553	3.272.019	111
6	1.872.926	865.228	364.386	106.812	416	94.337	558	3.304.663	-32.533
6b	1.849.512	859.870	364.411	106.092	414	93.759	553	3.274.610	-2.481

Alt	Tiempo	Combustible	Neumáticos	Lubricantes	Repuestos	Mano de obra	Depreciación	Suma	Ahorros
7a	1.847.028	859.864	364.401	106.100	414	93.770	553	3.272.130	0
7b	1.846.854	859.865	364.401	106.100	414	93.770	553	3.271.956	174
7c	1.846.948	859.866	364.401	106.100	414	93.769	553	3.272.051	79
8	1.846.002	859.759	364.396	106.077	414	93.750	553	3.270.951	1.179
9	1.845.079	856.382	364.001	105.765	413	93.557	552	3.265.747	6.383
11	1.846.594	859.897	364.473	106.104	414	93.767	553	3.271.802	328
12	1.846.982	859.451	363.882	106.078	414	93.727	553	3.271.088	1.042
13	1.845.508	859.163	364.386	106.033	413	93.647	553	3.269.704	2.426
14	1.846.989	859.835	364.425	106.099	414	93.762	553	3.272.076	53
15	1.846.752	859.880	364.394	106.099	414	93.767	553	3.271.860	270
16	1.845.961	860.213	364.424	106.162	414	93.821	554	3.271.548	582
21	1.818.171	831.767	359.663	105.227	412	93.400	551	3.209.192	62.937
22	1.847.009	859.830	364.400	106.099	414	93.768	553	3.272.073	57
23	1.846.917	859.889	364.472	106.094	414	93.758	553	3.272.097	33
24	1.846.987	859.801	364.413	106.099	414	93.761	553	3.272.028	102
25a	1.876.849	863.443	365.105	106.708	416	94.252	557	3.307.329	-35.199
25b	1.846.829	859.861	364.400	106.099	414	93.759	553	3.271.916	214
25c	1.847.015	859.862	364.400	106.099	414	93.769	553	3.272.112	18
25d	1.846.973	859.862	364.395	106.099	414	93.769	553	3.272.065	65
25e	1.846.783	859.844	364.393	106.098	414	93.766	553	3.271.852	277
26	1.847.150	859.876	364.426	106.106	414	93.768	553	3.272.293	-163
27	1.846.768	859.757	364.346	106.080	414	93.750	553	3.271.668	462
28	1.843.754	858.212	363.813	105.904	413	93.575	552	3.266.224	5.906
29	1.845.695	860.321	363.932	106.105	414	93.749	553	3.270.769	1.361

Fuente: Elaboración Propia

12.3.5 Determinación de Indicadores Económicos

Como primer año de funcionamiento del proyecto se consideró el año 2029, por lo que se asume el total de la inversión de cada proyecto culminada al año 2028. En el caso de los beneficios anuales entre los cortes simulados de cada uno de los recursos (tiempo, combustible y costos de operación) se obtuvieron a partir de la tasa de crecimiento lineal de cada recurso, entre dos años de corte sucesivos simulados. Los beneficios anuales de cada recurso posteriores al corte 2044, se obtienen como un medio de la tasa obtenida para el último tramo hasta el corte 2048.

Para efectos de transformación del costo de la inversión, se utilizó el valor de la UF al 31 de diciembre de 2024, cuyo valor asciende a $ 38.416,69. No se consideraron beneficios ni costos derivados de las mantenciones de la ruta.

En los siguientes cuadros, se presentan los flujos de caja de cada uno de los escenarios de modelación analizados, a lo largo de la vida útil del proyecto.

Por el tamaño de la inversión, se ha considerado un período de 3 años para su materialización. El primer caso corresponde al proyecto 1: Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto.

CUADRO 12.3-4: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 1 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	2.304	0	0	-2.304
2027	2.304	0	0	-2.304
2028	2.304	0	0	-2.304
2029	0	-11	0	-11
2030	0	-12	0	-12
2031	0	-12	0	-12
2032	0	-13	0	-13
2033	0	-14	0	-14
2034	0	-14	0	-14
2035	0	-15	0	-15
2036	0	-16	0	-16
2037	0	-17	0	-17
2038	0	-18	0	-18
2039	0	-18	0	-18
2040	0	-19	0	-19
2041	0	-20	0	-20
2042	0	-21	0	-21
2043	0	-22	0	-22
2044	0	-23	0	-23
2045	0	-24	0	-24
2046	0	-24	0	-24
2047	0	-25	0	-25
2048	-1.558	-25	0	1.532

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 2 (Conexión Oriente Codegua – Machalí). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-5: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 2 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	6.924	0	0	-6.924
2027	6.924	0	0	-6.924
2028	6.924	0	0	-6.924
2029	0	-32	0	-32
2030	0	-34	0	-34
2031	0	-35	0	-35
2032	0	-37	0	-37
2033	0	-38	0	-38
2034	0	-40	0	-40
2035	0	-41	0	-41
2036	0	-43	0	-43
2037	0	-45	0	-45
2038	0	-47	0	-47
2039	0	-49	0	-49
2040	0	-51	0	-51
2041	0	-53	0	-53
2042	0	-55	0	-55

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2043	0	-57	0	-57
2044	0	-58	0	-58
2045	0	-61	0	-61
2046	0	-62	0	-62
2047	0	-63	0	-63
2048	-5.540	-64	0	5.475

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 3 (Conexión sur Machalí). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-6: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 3 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	985	0	0	-985
2027	985	0	0	-985
2028	985	0	0	-985
2029	0	0	0	0
2030	0	0	0	0
2031	0	0	0	0
2032	0	0	0	0
2033	0	0	0	0
2034	0	0	0	0
2035	0	0	0	0
2036	0	0	0	0
2037	0	0	0	0
2038	0	0	0	0
2039	0	0	0	0
2040	0	0	0	0
2041	0	0	0	0
2042	0	0	0	0
2043	0	0	0	0
2044	0	0	0	0
2045	0	0	0	0
2046	0	0	0	0
2047	0	0	0	0
2048	-844	0	0	844

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 3b (Conexión Machalí – Cachapoal Sur). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-7: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 3B [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	3.100	0	0	-3.100
2027	3.100	0	0	-3.100
2028	3.100	0	0	-3.100
2029	0	-177	0	-177
2030	0	-184	0	-184
2031	0	-192	0	-192
2032	0	-199	0	-199
2033	0	-206	0	-206
2034	0	-213	0	-213
2035	0	-222	0	-222
2036	0	-231	0	-231
2037	0	-239	0	-239
2038	0	-248	0	-248
2039	0	-256	0	-256
2040	0	-265	0	-265
2041	0	-274	0	-274
2042	0	-282	0	-282
2043	0	-291	0	-291
2044	0	-299	0	-299
2045	0	-312	0	-312
2046	0	-317	0	-317
2047	0	-321	0	-321
2048	-3.791	-325	0	3.465

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 4 (Conexión Cachapoal). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-8: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 4 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	3.672	0	0	-3.672
2027	3.672	0	0	-3.672
2028	3.672	0	0	-3.672
2029	0	234	0	234
2030	0	241	0	241
2031	0	247	0	247
2032	0	254	0	254
2033	0	260	0	260
2034	0	267	0	267
2035	0	275	0	275
2036	0	284	0	284
2037	0	292	0	292
2038	0	300	0	300
2039	0	309	0	309
2040	0	317	0	317
2041	0	325	0	325

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2042	0	334	0	334
2043	0	342	0	342
2044	0	350	0	350
2045	0	363	0	363
2046	0	367	0	367
2047	0	371	0	371
2048	-4.548	375	0	4.923

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 5 (Conexión Cachapoal Sur – Rengo). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-9: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 5 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	9.077	0	0	-9.077
2027	9.077	0	0	-9.077
2028	9.077	0	0	-9.077
2029	0	1.617	0	1.617
2030	0	1.680	0	1.680
2031	0	1.743	0	1.743
2032	0	1.806	0	1.806
2033	0	1.869	0	1.869
2034	0	1.932	0	1.932
2035	0	2.015	0	2.015
2036	0	2.098	0	2.098
2037	0	2.180	0	2.180
2038	0	2.263	0	2.263
2039	0	2.346	0	2.346
2040	0	2.429	0	2.429
2041	0	2.511	0	2.511
2042	0	2.594	0	2.594
2043	0	2.677	0	2.677
2044	0	2.759	0	2.759
2045	0	2.884	0	2.884
2046	0	2.925	0	2.925
2047	0	2.966	0	2.966
2048	-6.873	3.008	0	9.881

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 5a (Conexión Sur Cachapoal). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-10: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 5A [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	1.699	0	0	-1.699
2027	1.699	0	0	-1.699
2028	1.699	0	0	-1.699
2029	0	70	0	70
2030	0	73	0	73
2031	0	76	0	76
2032	0	79	0	79
2033	0	82	0	82
2034	0	85	0	85
2035	0	89	0	89
2036	0	93	0	93
2037	0	97	0	97
2038	0	101	0	101
2039	0	105	0	105
2040	0	109	0	109
2041	0	113	0	113
2042	0	117	0	117
2043	0	121	0	121
2044	0	125	0	125
2045	0	131	0	131
2046	0	133	0	133
2047	0	135	0	135
2048	-1.469	137	0	1.606

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 6 (Conexión oriente Tinguiririca). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-11: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 6 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	14.747	0	0	-14.747
2027	14.747	0	0	-14.747
2028	14.747	0	0	-14.747
2029	0	-22.435	0	-22.435
2030	0	-23.194	0	-23.194
2031	0	-23.952	0	-23.952
2032	0	-24.710	0	-24.710
2033	0	-25.469	0	-25.469
2034	0	-26.227	0	-26.227
2035	0	-27.207	0	-27.207
2036	0	-28.188	0	-28.188
2037	0	-29.169	0	-29.169
2038	0	-30.149	0	-30.149

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2039	0	-31.130	0	-31.130
2040	0	-32.110	0	-32.110
2041	0	-33.091	0	-33.091
2042	0	-34.071	0	-34.071
2043	0	-35.052	0	-35.052
2044	0	-36.033	0	-36.033
2045	0	-37.503	0	-37.503
2046	0	-37.994	0	-37.994
2047	0	-38.484	0	-38.484
2048	-11.188	-38.974	0	-27.787

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 6b (Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-12: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 6B [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	7.563	0	0	-7.563
2027	7.563	0	0	-7.563
2028	7.563	0	0	-7.563
2029	0	-1.607	0	-1.607
2030	0	-1.672	0	-1.672
2031	0	-1.737	0	-1.737
2032	0	-1.802	0	-1.802
2033	0	-1.868	0	-1.868
2034	0	-1.933	0	-1.933
2035	0	-2.019	0	-2.019
2036	0	-2.105	0	-2.105
2037	0	-2.191	0	-2.191
2038	0	-2.277	0	-2.277
2039	0	-2.362	0	-2.362
2040	0	-2.448	0	-2.448
2041	0	-2.534	0	-2.534
2042	0	-2.620	0	-2.620
2043	0	-2.706	0	-2.706
2044	0	-2.792	0	-2.792
2045	0	-2.921	0	-2.921
2046	0	-2.964	0	-2.964
2047	0	-3.007	0	-3.007
2048	-6.569	-3.050	0	3.519

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 7a (Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-13: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 7A [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	1.154	0	0	-1.154
2027	1.154	0	0	-1.154
2028	1.154	0	0	-1.154
2029	0	0	0	0
2030	0	0	0	0
2031	0	0	0	0
2032	0	0	0	0
2033	0	0	0	0
2034	0	0	0	0
2035	0	0	0	0
2036	0	0	0	0
2037	0	0	0	0
2038	0	0	0	0
2039	0	0	0	0
2040	0	0	0	0
2041	0	0	0	0
2042	0	0	0	0
2043	0	0	0	0
2044	0	0	0	0
2045	0	0	0	0
2046	0	0	0	0
2047	0	0	0	0
2048	-998	0	0	998

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 7b (Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-14: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 7B [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	2.824	0	0	-2.824
2027	2.824	0	0	-2.824
2028	2.824	0	0	-2.824
2029	0	114	0	114
2030	0	118	0	118
2031	0	123	0	123
2032	0	127	0	127
2033	0	132	0	132
2034	0	136	0	136
2035	0	142	0	142

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2036	0	148	0	148
2037	0	154	0	154
2038	0	160	0	160
2039	0	165	0	165
2040	0	171	0	171
2041	0	177	0	177
2042	0	183	0	183
2043	0	189	0	189
2044	0	195	0	195
2045	0	204	0	204
2046	0	207	0	207
2047	0	210	0	210
2048	-2.202	212	0	2.415

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 7c (Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-15: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 7C [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	2.940	0	0	-2.940
2027	2.940	0	0	-2.940
2028	2.940	0	0	-2.940
2029	0	51	0	51
2030	0	53	0	53
2031	0	55	0	55
2032	0	57	0	57
2033	0	59	0	59
2034	0	61	0	61
2035	0	64	0	64
2036	0	67	0	67
2037	0	69	0	69
2038	0	72	0	72
2039	0	75	0	75
2040	0	78	0	78
2041	0	80	0	80
2042	0	83	0	83
2043	0	86	0	86
2044	0	88	0	88
2045	0	93	0	93
2046	0	94	0	94
2047	0	95	0	95
2048	-1.764	97	0	1.861

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 8 (Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-16: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 8 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	21.532	0	0	-21.532
2027	21.532	0	0	-21.532
2028	21.532	0	0	-21.532
2029	0	891	0	891
2030	0	913	0	913
2031	0	934	0	934
2032	0	956	0	956
2033	0	978	0	978
2034	0	999	0	999
2035	0	1.027	0	1.027
2036	0	1.054	0	1.054
2037	0	1.081	0	1.081
2038	0	1.109	0	1.109
2039	0	1.136	0	1.136
2040	0	1.163	0	1.163
2041	0	1.191	0	1.191
2042	0	1.218	0	1.218
2043	0	1.245	0	1.245
2044	0	1.273	0	1.273
2045	0	1.314	0	1.314
2046	0	1.327	0	1.327
2047	0	1.341	0	1.341
2048	-12.919	1.355	0	4.395

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 9 (Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-17: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 9 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	4.876	0	0	-4.876
2027	4.876	0	0	-4.876
2028	4.876	0	0	-4.876
2029	0	4.048	0	4.048
2030	0	4.222	0	4.222
2031	0	4.396	0	4.396
2032	0	4.570	0	4.570
2033	0	4.744	0	4.744
2034	0	4.918	0	4.918
2035	0	5.148	0	5.148

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2036	0	5.379	0	5.379
2037	0	5.609	0	5.609
2038	0	5.839	0	5.839
2039	0	6.070	0	6.070
2040	0	6.300	0	6.300
2041	0	6.530	0	6.530
2042	0	6.761	0	6.761
2043	0	6.991	0	6.991
2044	0	7.221	0	7.221
2045	0	7.567	0	7.567
2046	0	7.682	0	7.682
2047	0	7.797	0	7.797
2048	-2.925	7.912	0	10.838

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 11 (Proyecto Conexión Rapel – Topocalma). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-18: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 11 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	9.699	0	0	-9.699
2027	9.699	0	0	-9.699
2028	9.699	0	0	-9.699
2029	0	223	0	223
2030	0	231	0	231
2031	0	239	0	239
2032	0	247	0	247
2033	0	254	0	254
2034	0	262	0	262
2035	0	273	0	273
2036	0	283	0	283
2037	0	293	0	293
2038	0	303	0	303
2039	0	313	0	313
2040	0	324	0	324
2041	0	334	0	334
2042	0	344	0	344
2043	0	354	0	354
2044	0	364	0	364
2045	0	380	0	380
2046	0	385	0	385
2047	0	390	0	390
2048	-6.249	395	0	6.644

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 12 (Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-19: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 12 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	10.003	0	0	-10.003
2027	10.003	0	0	-10.003
2028	10.003	0	0	-10.003
2029	0	764	0	764
2030	0	785	0	785
2031	0	806	0	806
2032	0	827	0	827
2033	0	849	0	849
2034	0	870	0	870
2035	0	896	0	896
2036	0	923	0	923
2037	0	949	0	949
2038	0	976	0	976
2039	0	1.002	0	1.002
2040	0	1.029	0	1.029
2041	0	1.055	0	1.055
2042	0	1.082	0	1.082
2043	0	1.108	0	1.108
2044	0	1.135	0	1.135
2045	0	1.175	0	1.175
2046	0	1.188	0	1.188
2047	0	1.201	0	1.201
2048	-6.741	1.214	0	7.955

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 13 (Proyecto Conexión Alcones – Paredones). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-20: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 13 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	12.918	0	0	-12.918
2027	12.918	0	0	-12.918
2028	12.918	0	0	-12.918
2029	0	1.571	0	1.571
2030	0	1.635	0	1.635
2031	0	1.699	0	1.699
2032	0	1.763	0	1.763
2033	0	1.827	0	1.827
2034	0	1.891	0	1.891
2035	0	1.975	0	1.975

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2036	0	2.059	0	2.059
2037	0	2.143	0	2.143
2038	0	2.227	0	2.227
2039	0	2.311	0	2.311
2040	0	2.394	0	2.394
2041	0	2.478	0	2.478
2042	0	2.562	0	2.562
2043	0	2.646	0	2.646
2044	0	2.730	0	2.730
2045	0	2.856	0	2.856
2046	0	2.898	0	2.898
2047	0	2.940	0	2.940
2048	-10.012	2.982	0	12.994

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 14 (Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-21: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 14 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	3.983	0	0	-3.983
2027	3.983	0	0	-3.983
2028	3.983	0	0	-3.983
2029	0	37	0	37
2030	0	38	0	38
2031	0	39	0	39
2032	0	41	0	41
2033	0	42	0	42
2034	0	43	0	43
2035	0	45	0	45
2036	0	46	0	46
2037	0	48	0	48
2038	0	50	0	50
2039	0	51	0	51
2040	0	53	0	53
2041	0	54	0	54
2042	0	56	0	56
2043	0	58	0	58
2044	0	59	0	59
2045	0	62	0	62
2046	0	62	0	62
2047	0	63	0	63
2048	-2.390	64	0	2.454

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 15 (Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-22: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 15 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	3.856	0	0	-3.856
2027	3.856	0	0	-3.856
2028	3.856	0	0	-3.856
2029	0	185	0	185
2030	0	192	0	192
2031	0	198	0	198
2032	0	205	0	205
2033	0	212	0	212
2034	0	218	0	218
2035	0	226	0	226
2036	0	234	0	234
2037	0	242	0	242
2038	0	250	0	250
2039	0	258	0	258
2040	0	266	0	266
2041	0	274	0	274
2042	0	282	0	282
2043	0	290	0	290
2044	0	298	0	298
2045	0	310	0	310
2046	0	314	0	314
2047	0	318	0	318
2048	-2.960	322	0	3.282

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 16 (Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-23: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 16 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	10.015	0	0	-10.015
2027	10.015	0	0	-10.015
2028	10.015	0	0	-10.015
2029	0	423	0	423
2030	0	435	0	435
2031	0	447	0	447
2032	0	459	0	459
2033	0	471	0	471
2034	0	483	0	483
2035	0	498	0	498

2036	0	514	0	514
2037	0	529	0	529
2038	0	544	0	544
2039	0	559	0	559
2040	0	574	0	574
2041	0	590	0	590
2042	0	605	0	605
2043	0	620	0	620
2044	0	635	0	635
2045	0	658	0	658
2046	0	666	0	666
2047	0	673	0	673
2048	-6.259	681	0	6.940

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 21 (Proyecto Ampliación Ruta H-30). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-24: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 21 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	75.954	0	0	-75.954
2027	75.954	0	0	-75.954
2028	75.954	0	0	-75.954
2029	0	43.077	0	43.077
2030	0	44.576	0	44.576
2031	0	46.074	0	46.074
2032	0	47.572	0	47.572
2033	0	49.071	0	49.071
2034	0	50.569	0	50.569
2035	0	52.494	0	52.494
2036	0	54.419	0	54.419
2037	0	56.344	0	56.344
2038	0	58.270	0	58.270
2039	0	60.195	0	60.195
2040	0	62.120	0	62.120
2041	0	64.045	0	64.045
2042	0	65.970	0	65.970
2043	0	67.895	0	67.895
2044	0	69.821	0	69.821
2045	0	72.708	0	72.708
2046	0	73.671	0	73.671
2047	0	74.633	0	74.633
2048	-45.937	75.596	0	121.533

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 22 (Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-25: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 22 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	2.199	0	0	-2.199
2027	2.199	0	0	-2.199
2028	2.199	0	0	-2.199
2029	0	38	0	38
2030	0	40	0	40
2031	0	41	0	41
2032	0	43	0	43
2033	0	44	0	44
2034	0	45	0	45
2035	0	47	0	47
2036	0	49	0	49
2037	0	51	0	51
2038	0	53	0	53
2039	0	55	0	55
2040	0	56	0	56
2041	0	58	0	58
2042	0	60	0	60
2043	0	62	0	62
2044	0	64	0	64
2045	0	66	0	66
2046	0	67	0	67
2047	0	68	0	68
2048	-1.901	69	0	1.970

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 23 (Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-26: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 23 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	9.459	0	0	-9.459
2027	9.459	0	0	-9.459
2028	9.459	0	0	-9.459
2029	0	26	0	26
2030	0	26	0	26
2031	0	27	0	27
2032	0	27	0	27
2033	0	28	0	28
2034	0	29	0	29
2035	0	29	0	29

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2036	0	30	0	30
2037	0	31	0	31
2038	0	31	0	31
2039	0	32	0	32
2040	0	33	0	33
2041	0	33	0	33
2042	0	34	0	34
2043	0	35	0	35
2044	0	36	0	36
2045	0	37	0	37
2046	0	37	0	37
2047	0	37	0	37
2048	-7.804	38	0	7.841

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 24 (Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-27: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 24 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	3.111	0	0	-3.111
2027	3.111	0	0	-3.111
2028	3.111	0	0	-3.111
2029	0	68	0	68
2030	0	71	0	71
2031	0	73	0	73
2032	0	76	0	76
2033	0	78	0	78
2034	0	81	0	81
2035	0	84	0	84
2036	0	87	0	87
2037	0	91	0	91
2038	0	94	0	94
2039	0	97	0	97
2040	0	100	0	100
2041	0	104	0	104
2042	0	107	0	107
2043	0	110	0	110
2044	0	113	0	113
2045	0	118	0	118
2046	0	120	0	120
2047	0	121	0	121
2048	-2.689	123	0	2.811

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 25a (Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-28: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 25A [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	2.278	0	0	-2.278
2027	2.278	0	0	-2.278
2028	2.278	0	0	-2.278
2029	0	-24.245	0	-24.245
2030	0	-25.068	0	-25.068
2031	0	-25.891	0	-25.891
2032	0	-26.713	0	-26.713
2033	0	-27.536	0	-27.536
2034	0	-28.359	0	-28.359
2035	0	-29.423	0	-29.423
2036	0	-30.486	0	-30.486
2037	0	-31.550	0	-31.550
2038	0	-32.614	0	-32.614
2039	0	-33.678	0	-33.678
2040	0	-34.742	0	-34.742
2041	0	-35.805	0	-35.805
2042	0	-36.869	0	-36.869
2043	0	-37.933	0	-37.933
2044	0	-38.997	0	-38.997
2045	0	-40.592	0	-40.592
2046	0	-41.124	0	-41.124
2047	0	-41.656	0	-41.656
2048	-1.917	-42.188	0	-40.271

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 25b (Conexión Santa Adriana – Los Callejones). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-29: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 25B [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	4.706	0	0	-4.706
2027	4.706	0	0	-4.706
2028	4.706	0	0	-4.706
2029	0	149	0	149
2030	0	154	0	154
2031	0	159	0	159
2032	0	164	0	164
2033	0	169	0	169
2034	0	174	0	174
2035	0	180	0	180

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2036	0	186	0	186
2037	0	192	0	192
2038	0	199	0	199
2039	0	205	0	205
2040	0	211	0	211
2041	0	217	0	217
2042	0	224	0	224
2043	0	230	0	230
2044	0	236	0	236
2045	0	245	0	245
2046	0	249	0	249
2047	0	252	0	252
2048	-2.883	255	0	3.138

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 25c (Conexión Los Tricahues – Las Palmas). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-30: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 25C [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	4.537	0	0	-4.537
2027	4.537	0	0	-4.537
2028	4.537	0	0	-4.537
2029	0	12	0	12
2030	0	13	0	13
2031	0	13	0	13
2032	0	13	0	13
2033	0	14	0	14
2034	0	14	0	14
2035	0	15	0	15
2036	0	15	0	15
2037	0	16	0	16
2038	0	16	0	16
2039	0	17	0	17
2040	0	18	0	18
2041	0	18	0	18
2042	0	19	0	19
2043	0	19	0	19
2044	0	20	0	20
2045	0	20	0	20
2046	0	21	0	21
2047	0	21	0	21
2048	-2.722	21	0	2.744

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 25d (Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-31: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 25D [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	4.371	0	0	-4.371
2027	4.371	0	0	-4.371
2028	4.371	0	0	-4.371
2029	0	47	0	47
2030	0	48	0	48
2031	0	50	0	50
2032	0	51	0	51
2033	0	52	0	52
2034	0	54	0	54
2035	0	55	0	55
2036	0	57	0	57
2037	0	59	0	59
2038	0	61	0	61
2039	0	62	0	62
2040	0	64	0	64
2041	0	66	0	66
2042	0	68	0	68
2043	0	69	0	69
2044	0	71	0	71
2045	0	74	0	74
2046	0	74	0	74
2047	0	75	0	75
2048	-2.741	76	0	2.818

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 25e (Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-32: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 25E [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	5.119	0	0	-5.119
2027	5.119	0	0	-5.119
2028	5.119	0	0	-5.119
2029	0	207	0	207
2030	0	212	0	212
2031	0	218	0	218
2032	0	223	0	223
2033	0	229	0	229
2034	0	234	0	234
2035	0	241	0	241

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2036	0	247	0	247
2037	0	254	0	254
2038	0	261	0	261
2039	0	267	0	267
2040	0	274	0	274
2041	0	280	0	280
2042	0	287	0	287
2043	0	294	0	294
2044	0	300	0	300
2045	0	310	0	310
2046	0	314	0	314
2047	0	317	0	317
2048	-3.071	320	0	3.392

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 26 (Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-33: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 26 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	9.271	0	0	-9.271
2027	9.271	0	0	-9.271
2028	9.271	0	0	-9.271
2029	0	-116	0	-116
2030	0	-120	0	-120
2031	0	-123	0	-123
2032	0	-127	0	-127
2033	0	-131	0	-131
2034	0	-134	0	-134
2035	0	-139	0	-139
2036	0	-143	0	-143
2037	0	-148	0	-148
2038	0	-152	0	-152
2039	0	-157	0	-157
2040	0	-161	0	-161
2041	0	-166	0	-166
2042	0	-170	0	-170
2043	0	-175	0	-175
2044	0	-179	0	-179
2045	0	-186	0	-186
2046	0	-188	0	-188
2047	0	-190	0	-190
2048	-6.241	-193	0	6.049

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 27 (Conexión Huique - Millahue). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-34: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 27 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	69.842	0	0	-69.842
2027	69.842	0	0	-69.842
2028	69.842	0	0	-69.842
2029	0	316	0	316
2030	0	327	0	327
2031	0	338	0	338
2032	0	349	0	349
2033	0	360	0	360
2034	0	371	0	371
2035	0	385	0	385
2036	0	399	0	399
2037	0	413	0	413
2038	0	427	0	427
2039	0	442	0	442
2040	0	456	0	456
2041	0	470	0	470
2042	0	484	0	484
2043	0	498	0	498
2044	0	512	0	512
2045	0	533	0	533
2046	0	540	0	540
2047	0	547	0	547
2048	-103.218	554	0	103.772

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 28 (Conexión El Barco - Peumo). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-35: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 28 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	8.717	0	0	-8.717
2027	8.717	0	0	-8.717
2028	8.717	0	0	-8.717
2029	0	4.025	0	4.025
2030	0	4.167	0	4.167
2031	0	4.309	0	4.309
2032	0	4.450	0	4.450
2033	0	4.592	0	4.592
2034	0	4.734	0	4.734
2035	0	4.916	0	4.916
2036	0	5.099	0	5.099
2037	0	5.282	0	5.282
2038	0	5.464	0	5.464
2039	0	5.647	0	5.647

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2040	0	5.829	0	5.829
2041	0	6.012	0	6.012
2042	0	6.194	0	6.194
2043	0	6.377	0	6.377
2044	0	6.559	0	6.559
2045	0	6.833	0	6.833
2046	0	6.924	0	6.924
2047	0	7.016	0	7.016
2048	-6.159	7.107	0	13.266

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis corresponde al proyecto 29 (Conexión Pichidegua – La Rosa). Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.3-36: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 29 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	3.857	0	0	-3.857
2027	3.857	0	0	-3.857
2028	3.857	0	0	-3.857
2029	0	1.021	0	1.021
2030	0	1.047	0	1.047
2031	0	1.073	0	1.073
2032	0	1.099	0	1.099
2033	0	1.125	0	1.125
2034	0	1.151	0	1.151
2035	0	1.183	0	1.183
2036	0	1.215	0	1.215
2037	0	1.247	0	1.247
2038	0	1.279	0	1.279
2039	0	1.311	0	1.311
2040	0	1.343	0	1.343
2041	0	1.375	0	1.375
2042	0	1.407	0	1.407
2043	0	1.439	0	1.439
2044	0	1.471	0	1.471
2045	0	1.519	0	1.519
2046	0	1.535	0	1.535
2047	0	1.551	0	1.551
2048	-4.604	1.568	0	6.172

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente cuadro presenta los indicadores económicos de corto y largo plazo obtenidos para las alternativas. Para el cálculo del indicador de rentabilidad del proyecto, se utilizaron los beneficios obtenidos para las alternativas y sus costos de inversión, expresados en los flujos de caja anteriores.

CUADRO 12.3-37: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Alt	Alternativa	VAN MM$	TIR %	IVAN MM$	TRI %	Momento óptimo inversión
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	-6.258	-7,5%	-1	-0,2%	2047
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	-18.488	-6,6%	-1	-0,2%	2047
3	Conexión sur Machalí	-2.545	-5,8%	-1	0,0%	2047
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	-10.216	-9,2%	-1	-2,0%	2047
4	Conexión Cachapoal	-5.921	-0,2%	-1	2,2%	2047
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	**-318**	**5,4%**	0	6,3%	2028
5a	Conexión Sur Cachapoal	-3.343	-2,2%	-1	1,4%	2047
6	Conexión oriente Tinguiririca	-351.473	-	-8	-53,4%	f.h.e
6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca	-43.019	-	-2	-7,5%	2047
7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	-2.979	-5,8%	-1	0,0%	2047
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	-5.709	-2,6%	-0,71	1,4%	2047
7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	-7.081	-5,4%	-0,85	0,6%	2047
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	-45.711	-3,7%	-0,70	1,5%	2047
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	**47.239**	**25,3%**	3,40	29,2%	2028
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	-22.539	-4,7%	-0,82	0,8%	2047
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	-16.218	-0,8%	-0,57	2,7%	2047
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	-10.687	2,7%	-0,29	4,3%	2036
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	-10.087	-6,4%	-0,89	0,3%	2047
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	-7.470	-2,2%	-0,68	1,7%	2047
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	-20.906	-3,4%	-0,66	1,5%	2047
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	**402.341**	**18,2%**	1,90	19,9%	2028
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	-5.129	-4,2%	-0,82	0,6%	2047
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	-24.192	-5,7%	-0,90	0,1%	2047
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	-7.055	-3,8%	-0,80	0,8%	2047
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	-344.388	-	-53,11	-373,9%	f,h,e
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	-10.445	-4,2%	-0,78	1,1%	2047
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	-11.906	-7,1%	-0,92	0,1%	2047
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	-10.966	-6,1%	-0,88	0,4%	2047
25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	-10.903	-3,7%	-0,75	1,4%	2047
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	-26.050	-8,2%	-0,99	-0,4%	2047

Alt	Alternativa	VAN MM$	TIR %	IVAN MM$	TRI %	Momento óptimo inversión
27	Conexión Huique - Millahue	-162.574	-3,0%	-0,82	0,2%	2047
28	Conexión El Barco - Peumo	**33.742**	**15,3%**	1,36	16,2%	2028
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	**3.808**	**8,4%**	0,35	9,3%	2028

Fuente: Elaboración Propia. f.h.e.: Fuera del horizonte de evaluación

En anexos digitales se entregan las planillas de evaluación en que se realiza el cálculo de estos indicadores económicos.

12.4 Análisis de Sensibilidad

12.4.1 Sensibilización simple

Se presenta a continuación un análisis de sensibilidad de los resultados, considerando una variación del 20% en inversión y beneficios.

La sensibilización simple de inversión y beneficios para las alternativas entrega los siguientes resultados:

		Proy 1		Proy 2		Proy 3		Proy 3b	
Variación Inversión	Variación Beneficios	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]
20%	20%	-7.510	-7,5%	-22.186	-6,6%	-3.053	-5,8%	-12.259	-9,2%
20%	0%	-7.474	-7,4%	-22.089	-6,5%	-3.053	-5,8%	-11.747	-8,3%
20%	-20%	-7.438	-7,3%	-21.992	-6,4%	-3.053	-5,8%	-11.235	-7,4%
0%	20%	-6.294	-7,6%	-18.585	-6,7%	-2.545	-5,8%	-10.727	-10,4%
0%	-20%	-6.222	-7,4%	-18.391	-6,5%	-2.545	-5,8%	-9.704	-8,1%
-20%	20%	-5.079	-7,8%	-14.985	-6,9%	-2.036	-5,8%	-9.196	-12,4%
-20%	0%	-5.043	-7,7%	-14.888	-6,7%	-2.036	-5,8%	-8.684	-10,8%
-20%	-20%	-5.007	-7,5%	-14.790	-6,6%	-2.036	-5,8%	-8.172	-9,2%

Fuente: Elaboración Propia

		Proy 4		Proy 5		Proy 5a		Proy 6	
Variación Inversión	Variación Beneficios	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]
20%	20%	-7.105	-0,2%	-382	5,4%	-4.012	-2,2%	-421.768	-
20%	0%	-7.731	-0,8%	-5.062	4,0%	-4.220	-2,7%	-359.179	-
20%	-20%	-8.358	-1,4%	-9.742	2,4%	-4.429	-3,3%	-296.591	-
0%	20%	-5.295	0,5%	4.362	7,0%	-3.135	-1,6%	-414.062	-
0%	-20%	-6.547	-0,9%	-4.998	3,7%	-3.552	-2,8%	-288.885	-
-20%	20%	-3.484	1,5%	9.106	9,1%	-2.258	-0,7%	-406.356	-
-20%	0%	-4.110	0,7%	4.426	7,3%	-2.466	-1,4%	-343.767	-
-20%	-20%	-4.737	-0,2%	-254	5,4%	-2.675	-2,2%	-281.179	-

Fuente: Elaboración Propia

		Proy 7a		Proy 7b		Proy 7c		Proy 8	
Variación Inversión	Variación Beneficios	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]
20%	20%	-3.574	-5,8%	-6.851	-2,6%	-8.497	-5,4%	-54.853	-3,7%
20%	0%	-3.574	-5,8%	-7.181	-3,2%	-8.646	-5,7%	-57.173	-4,2%
20%	-20%	-3.574	-5,8%	-7.511	-3,7%	-8.795	-6,0%	-59.492	-4,8%
0%	20%	-2.979	-5,8%	-5.379	-2,0%	-6.932	-5,1%	-43.391	-3,0%
0%	-20%	-2.979	-5,8%	-6.039	-3,3%	-7.230	-5,8%	-48.030	-4,3%
-20%	20%	-2.383	-5,8%	-3.908	-1,1%	-5.367	-4,6%	-31.929	-2,1%
-20%	0%	-2.383	-5,8%	-4.238	-1,9%	-5.516	-5,0%	-34.249	-2,9%
-20%	-20%	-2.383	-5,8%	-4.568	-2,6%	-5.665	-5,4%	-36.569	-3,7%

Fuente: Elaboración Propia

		Proy 9		Proy 11		Proy 12		Proy 13	
Variación Inversión	Variación Beneficios	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]
20%	20%	56.687	25,3%	-27.047	-4,7%	-19.462	-0,8%	-12.825	2,7%
20%	0%	44.644	22,0%	-27.675	-5,1%	-21.497	-1,7%	-17.424	1,5%
20%	-20%	32.601	18,4%	-28.304	-5,5%	-23.533	-2,6%	-22.024	0,3%
0%	20%	59.283	29,0%	-21.910	-4,3%	-14.183	0,1%	-6.088	4,0%
0%	-20%	35.196	21,3%	-23.167	-5,2%	-18.254	-1,8%	-15.287	1,3%
-20%	20%	61.878	34,0%	-16.774	-3,7%	-8.904	1,4%	649	5,7%
-20%	0%	49.835	29,8%	-17.402	-4,2%	-10.939	0,4%	-3.950	4,3%
-20%	-20%	37.792	25,3%	-18.031	-4,7%	-12.975	-0,8%	-8.550	2,7%

Fuente: Elaboración Propia

		Proy 14		Proy 15		Proy 16		Proy 21	
Variación Inversión	Variación Beneficios	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]
20%	20%	-12.104	-6,4%	-8.964	-2,2%	-25.088	-3,4%	482.809	18,2%
20%	0%	-12.207	-6,5%	-9.482	-2,8%	-26.222	-3,9%	361.932	15,5%
20%	-20%	-12.310	-6,7%	-10.001	-3,5%	-27.356	-4,5%	241.055	12,6%
0%	20%	-9.984	-6,2%	-6.951	-1,5%	-19.772	-2,7%	523.218	21,1%
0%	-20%	-10.190	-6,6%	-7.988	-3,0%	-22.041	-4,0%	281.464	15,0%
-20%	20%	-7.864	-5,9%	-4.939	-0,6%	-14.457	-1,8%	563.627	25,2%
-20%	0%	-7.967	-6,1%	-5.457	-1,4%	-15.591	-2,6%	442.750	21,8%
-20%	-20%	-8.070	-6,4%	-8.964	-2,2%	-16.725	-3,4%	321.873	18,2%

Fuente: Elaboración Propia

		Proy 22		Proy 23		Proy 24		Proy 25a	
Variación Inversión	Variación Beneficios	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]	VAN [MM$]	TIR [%]
20%	20%	-6.154	-4,2%	-29.031	-5,7%	-8.466	-3,8%	-413.266	-
20%	0%	-6.263	-4,5%	-29.096	-5,8%	-8.660	-4,1%	-345.567	-
20%	-20%	-6.373	-4,7%	-29.162	-5,8%	-8.854	-4,5%	-277.868	-
0%	20%	-5.019	-3,9%	-24.127	-5,7%	-6.861	-3,5%	-412.087	-
0%	-20%	-5.238	-4,5%	-24.258	-5,8%	-7.249	-4,2%	-276.689	-
-20%	20%	-3.885	-3,5%	-19.222	-5,6%	-5.255	-3,0%	-410.908	-
-20%	0%	-3.994	-3,9%	-19.288	-5,7%	-5.450	-3,4%	-343.209	-
-20%	-20%	-4.103	-4,2%	-10.801	-2,1%	-5.644	-3,8%	-275.511	-

Fuente: Elaboración Propia

		Proy 25b		Proy 25c		Proy 25d		Proy 25e	
Variación Inversión	**Variación Beneficios**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**
20%	20%	-12.534	-4,2%	-14.287	-7,1%	-13.160	-6,1%	-13.083	-3,7%
20%	0%	-12.946	-4,6%	-14.321	-7,1%	-13.286	-6,3%	-13.628	-4,2%
20%	-20%	-13.359	-5,1%	-14.355	-7,2%	-13.412	-6,5%	-14.172	-4,8%
0%	20%	-10.032	-3,6%	-11.872	-7,0%	-10.840	-5,9%	-10.358	-3,1%
0%	-20%	-10.857	-4,7%	-11.940	-7,1%	-11.093	-6,3%	-11.447	-4,4%
-20%	20%	-7.531	-2,9%	-9.456	-6,9%	-8.521	-5,6%	-7.633	-2,2%
-20%	0%	-7.943	-3,5%	-9.490	-7,0%	-8.647	-5,8%	-8.178	-2,9%
-20%	-20%	-8.356	-4,2%	-9.525	-7,1%	-8.773	-6,1%	-8.722	-3,7%

Fuente: Elaboración Propia

		Proy 26		Proy 27		Proy 28		Proy 29	
Variación Inversión	**Variación Beneficios**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**
20%	20%	-31.260	-8,2%	-195.089	-3,0%	40.490	15,3%	4.570	8,4%
20%	0%	-30.943	-8,0%	-195.976	-3,1%	29.159	12,9%	1.896	6,7%
20%	-20%	-30.627	-7,8%	-196.863	-3,1%	17.828	10,3%	-777	5,0%
0%	20%	-26.366	-8,5%	-161.688	-3,0%	45.073	17,9%	6.482	10,2%
0%	-20%	-25.733	-8,0%	-163.461	-3,1%	22.411	12,4%	1.135	6,4%
-20%	20%	-21.473	-9,0%	-128.286	-2,9%	49.656	21,5%	8.394	12,8%
-20%	0%	-21.156	-8,6%	-129.173	-2,9%	38.325	18,5%	5.721	10,7%
-20%	-20%	-20.840	-8,2%	-130.060	-3,0%	26.994	15,3%	3.047	8,4%

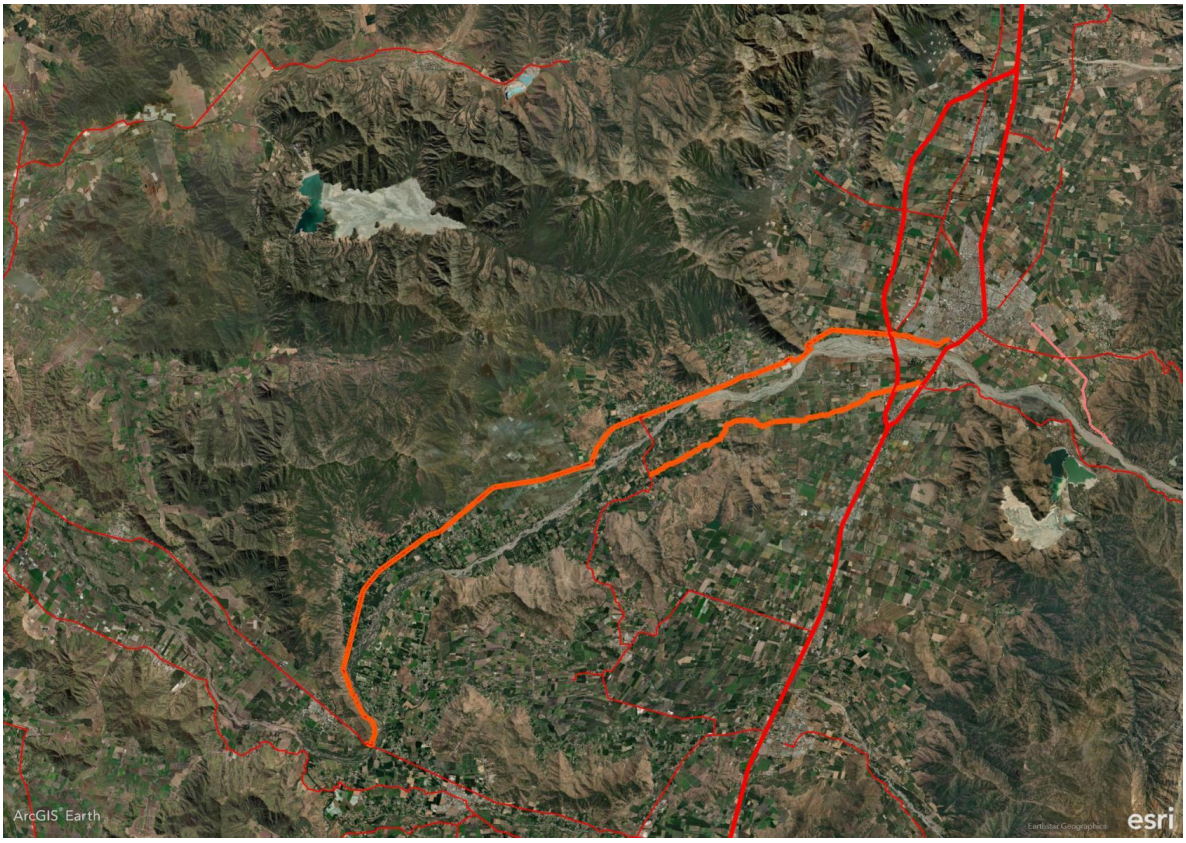
Fuente: Elaboración Propia

12.4.2 Proyectos alternativos

Se realizó además un análisis específico del proyecto 9 (Mejoramiento Conexión Coinco – Olivar) que se encuentra al otro lado del río del proyecto 21 (Ampliación Ruta H-30). Dado que ambos son rentables, se analizó si el proyecto 9 podía estar capturando demanda a partir del mismo problema que resuelve el proyecto de ampliación de la ruta H-30.

Dado que el proyecto 21 es ampliamente rentable, se realizó una evaluación incremental del proyecto 9 asumiendo que el proyecto 21 ya está materializado. Para esto, se estimaron los beneficios del proyecto 9 considerando operativa la doble calzada de la ruta H-30 y luego se descontaron los beneficios del proyecto 21. Los beneficios de cada corte temporal serían los que aporta de manera incremental el proyecto 9.

FIGURA Nº 12.4-1: PROYECTOS ESTRATÉGICOS 9 y 21



El flujo de caja asociado a este análisis se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO 12.4-1: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 9 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	4.876	0	0	-4.876
2027	4.876	0	0	-4.876
2028	4.876	0	0	-4.876
2029	0	574	0	574
2030	0	980	0	980
2031	0	1.386	0	1.386
2032	0	1.792	0	1.792
2033	0	2.198	0	2.198
2034	0	2.604	0	2.604
2035	0	2.711	0	2.711
2036	0	2.819	0	2.819
2037	0	2.926	0	2.926
2038	0	3.034	0	3.034
2039	0	3.141	0	3.141
2040	0	3.249	0	3.249
2041	0	3.356	0	3.356
2042	0	3.464	0	3.464
2043	0	3.571	0	3.571

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2044	0	3.679	0	3.679
2045	0	3.840	0	3.840
2046	0	3.893	0	3.893
2047	0	3.947	0	3.947
2048	-2.925	4.001	0	6.926

Fuente: Elaboración Propia

Si bien el proyecto tiene menores beneficios en este análisis, sus indicadores de rentabilidad siguen siendo superiores al umbral mínimo y se postergaría su materialización al 2029.

CUADRO 12.4-2: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Proyecto	VAN MM$	TIR %	IVAN %	TRI %	Momento óptimo inversión
9 (con 21 operativo)	14.567	12,4%	1,0	4,1%	2029

Fuente: Elaboración Propia

Por lo anterior, resulta conveniente la materialización de ambos proyectos.

12.4.3 Ajuste de inversiones

Se realizó un análisis adicional, asociado a considerar proyectos con menor inversión que la considerada inicialmente. Para este análisis, se estimó que los beneficios podrían ser similares si en vez de contar con una calzada simple pavimentada se disponía de un pavimento básico, cuya inversión máxima por kilómetro debería ser del orden de 12.000 UF/Km partiendo de un estándar de ripio o suelo natural. Cabe hacer notar además que muchos proyectos estaban conformados por tramos que cuentan actualmente con pavimento básico, por lo que se realizó el supuesto de que no era necesario realizar inversiones adicionales. En el caso de tramos de apertura, se mantuvo el criterio de inversión previamente indicado.

En relación a las expropiaciones, se mantuvieron las estimaciones en tramos de apertura y se asumió que se ajustaría a la faja disponible si se utilizaba un pavimento básico. En el caso de estructuras, se mantuvo el valor original.

De este modo, se revisaron las inversiones de los proyectos que presentaban beneficios positivos y que estuvieran conformados por tramos que estuvieran en estándar de ripio o suelo natural y/o tramos de apertura.

En el siguiente cuadro se muestran las inversiones ajustadas:

CUADRO 12.4-3: INVERSIONES AJUSTADAS EN PROYECTOS ESTRATÉGICOS

Proy	Proyecto estratégico	Longitud	Proy. Vial	Estructuras	Expropiaciones	Total	Total
		Km	UF	UF	UF	UF	MM$
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	19,9	336.224	0	26.942	363.166	13.952
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	33,7	419.593	3.280	7.564	430.437	16.536

En el caso del proyecto 12 (Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90) ajustado, se consideró tres tramos de apertura y dejar en estándar básico todo el recorrido, lo que reduce a casi un tercio la inversión original. Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.4-4: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 12 AJUSTADO [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	3.720	0	0	-3.720
2027	3.720	0	0	-3.720
2028	3.720	0	0	-3.720
2029	0	764	0	764
2030	0	785	0	785
2031	0	806	0	806
2032	0	827	0	827
2033	0	849	0	849
2034	0	870	0	870
2035	0	896	0	896
2036	0	923	0	923
2037	0	949	0	949
2038	0	976	0	976
2039	0	1.002	0	1.002
2040	0	1.029	0	1.029
2041	0	1.055	0	1.055
2042	0	1.082	0	1.082
2043	0	1.108	0	1.108
2044	0	1.135	0	1.135
2045	0	1.175	0	1.175
2046	0	1.188	0	1.188
2047	0	1.201	0	1.201
2048	-2.812	1.214	0	4.026

Fuente: Elaboración Propia

Bajo los supuestos indicados, en que los beneficios son similares a los estimados con el proyecto original, se tiene que el proyecto es socialmente rentable:

CUADRO 12.4-5: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Proyecto	VAN MM$	TIR %	IVAN %	TRI %	Momento óptimo inversión
12 ajustado	453	5,9%	0,1	7,2%	2028

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, para el proyecto 13 (Proyecto Conexión Alcones – Paredones) se descontaron algunos tramos actualmente en estándar de camino básico y homogeneizaron los tramos restantes al mismo estándar, lo que permitió reducir las inversiones requeridas. Por el tamaño de la inversión y la extensión del proyecto, se consideraron tres años para su construcción:

CUADRO 12.4-6: FLUJO MONETARIO ALTERNATIVA 13 AJUSTADO [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	4.410	0	0	-4.410
2027	4.410	0	0	-4.410
2028	4.410	0	0	-4.410
2029	0	1.571	0	1.571
2030	0	1.635	0	1.635
2031	0	1.699	0	1.699
2032	0	1.763	0	1.763
2033	0	1.827	0	1.827
2034	0	1.891	0	1.891
2035	0	1.975	0	1.975
2036	0	2.059	0	2.059
2037	0	2.143	0	2.143
2038	0	2.227	0	2.227
2039	0	2.311	0	2.311
2040	0	2.394	0	2.394
2041	0	2.478	0	2.478
2042	0	2.562	0	2.562
2043	0	2.646	0	2.646
2044	0	2.730	0	2.730
2045	0	2.856	0	2.856
2046	0	2.898	0	2.898
2047	0	2.940	0	2.940
2048	-2.839	2.982	0	5.821

Fuente: Elaboración Propia

Bajo los supuestos indicados, el proyecto sería socialmente rentable:

CUADRO 12.4-7: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Proyecto	VAN MM$	TIR %	IVAN %	TRI %	Momento óptimo inversión
13 ajustado	11.321	12,3%	0,9	12,5%	2028

Fuente: Elaboración Propia

Se determina entonces que este conjunto de mejoramientos, considerando una inversión de menor magnitud, resultarían socialmente rentables y resulta recomendable su implementación.

Por otra parte existen otros proyectos que poseen beneficios positivos (aunque bajos) pero que no resultan ser rentables, no obstante su importancia para la conectividad regional formando ejes viales estratégicos se propone que sean considerados como parte de la cartera de inversiones a través de modalidad de caminos básicos. Es el caso de los proyectos 25b, 25c, 25d, 25e y 14 que juntos conforman un eje oriente-poniente que une la Ruta 5 (a la altura de Teno) con la localidad costera de Bucalemu (y en Maule con la localidad vecina de Boyeruca) y que propiciarían el desarrollo turístico de ambas localidades además de dar conectividad a localidades intermedias como San Pedro de Alcántara.

Finalmente un proyecto que atrae un flujo importante según la modelación es el proyecto 4 (Conexión Cachapoal) que incluye la construcción de un puente sobre el río Cachapoal que une las rutas H-255 y H-35 que sin perjuicio de no resultar rentable, dentro de las sensibilizaciones realizadas entrega indicadores relativamente alentadores por lo que se aconseja considerarlo en la cartera de inversiones iniciando su ciclo de vida con un estudio de prefactibilidad. Sumar a esto que en dicho sector confluyen sectores urbanos cuyos flujos pueden no haberse capturado del todo tomando en consideración que el modelo de transporte implementado es principalmente de carácter interurbano.

12.5 Evaluación de planes eje longitudinal

Se generaron proyectos estratégicos que fueron analizados de manera individual, pero se identifican conjuntos de proyectos que generan de manera conjunta una alternativa de conexión longitudinal por el oriente y poniente de la Ruta 5.

En el caso del sector oriente, se han considerado las siguientes intervenciones:

CUADRO 12.5-1: INVERSIONES EN PLAN RUTA 5 ORIENTE (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,67	8.640	6.912	1.558
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,78	34.039	27.231	6.873
	Total	68,64	82.417	65.933	18.519

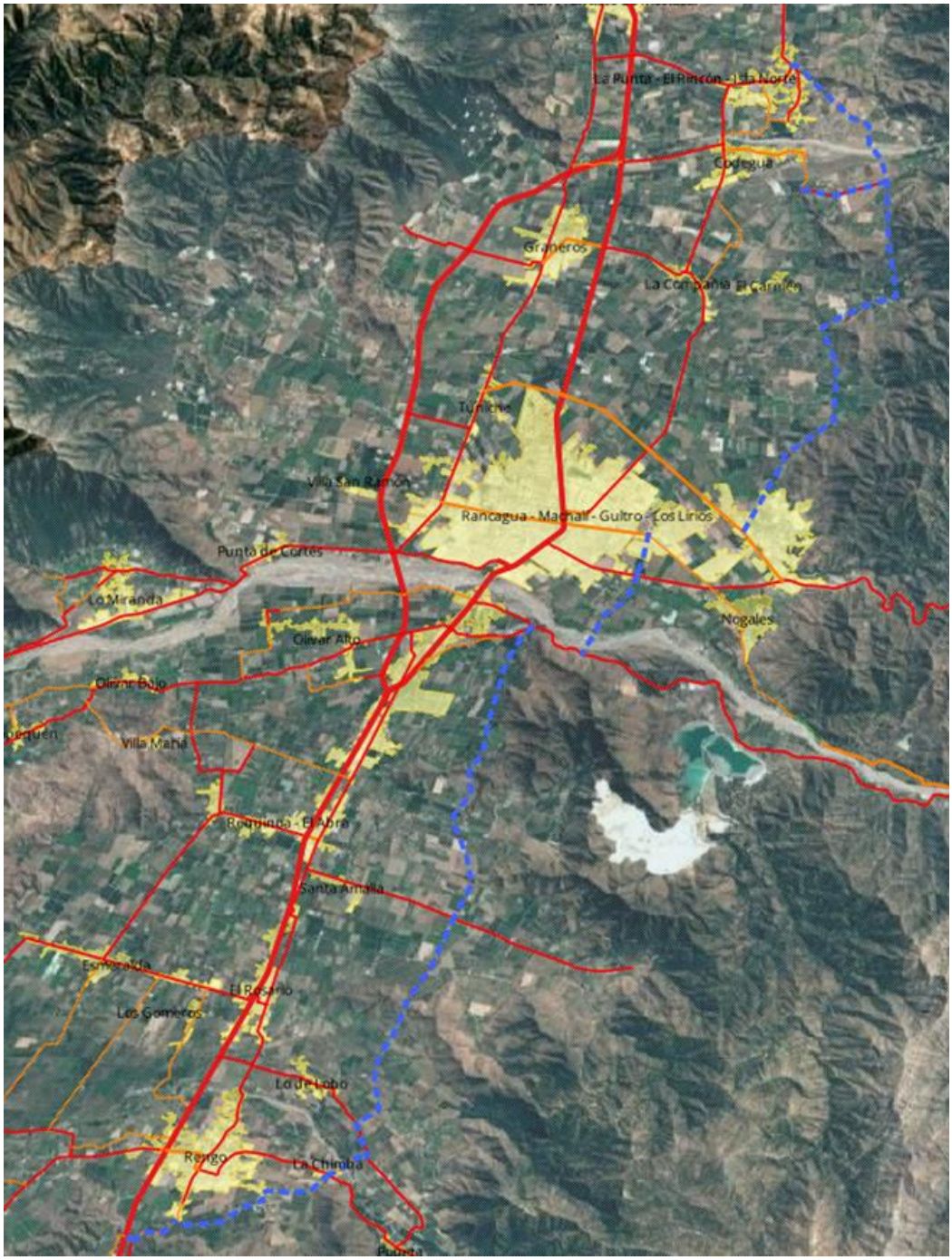
En el caso del Poniente de Ruta 5, se han analizado de manera conjunta los siguientes proyectos estratégicos:

CUADRO 12.5-2: INVERSIONES EN PLAN RUTA 5 PONIENTE (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
7A	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	3,94	4.329	3.463	998
7B	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	10,08	10.589	8.471	2.202
7C	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	11,48	11.025	8.820	1.764
	Total	25,50	25.943	20.754	4.964

Los proyectos considerados en cada caso se muestran en las figuras siguientes:

FIGURA Nº 12.4-1: PLAN RUTA 5 ORIENTE DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

FIGURA Nº 12.4-1: PLAN RUTA 5 PONIENTE DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS

Fuente Elaboración propia

12.5.1 Determinación de Beneficios

Los cuadros siguientes presentan los consumos y ahorros de tiempo de viaje, combustible y costos operacionales, para cada año de corte.

CUADRO 12.5-3: AHORROS DE RECURSOS [MM$/AÑO]

Alt	Tiempo	Combustible	Neumáticos	Lubricantes	Repuestos	Mano de obra	Depreciación	Suma	Ahorros
2029									
R5 O	1.325.658	620.587	267.580	75.363	295	66.887	388	2.356.758	1.878
R5 P	1.326.796	620.796	267.843	75.416	295	66.935	388	2.358.469	167
2034									

Alt	Tiempo	Combustible	Neumáticos	Lubricantes	Repuestos	Mano de obra	Depreciación	Suma	Ahorros
R5 O	1.529.547	715.570	306.190	87.471	342	77.485	453	2.717.058	2.231
R5 P	1.530.913	715.814	306.489	87.535	342	77.543	453	2.719.089	200
2040									
R5 O	1.845.048	859.568	364.046	106.019	413	93.697	553	3.269.345	2.785
R5 P	1.846.774	859.866	364.401	106.100	414	93.769	553	3.271.878	252

Fuente: Elaboración Propia

12.5.2 Determinación de Indicadores Económicos

Como primer año de funcionamiento del proyecto se consideró el año 2029, por lo que se asume el total de la inversión de cada proyecto culminada al año 2028. En el caso de los beneficios anuales entre los cortes simulados de cada uno de los recursos (tiempo, combustible y costos de operación) se obtuvieron a partir de la tasa de crecimiento lineal de cada recurso, entre dos años de corte sucesivos simulados. Los beneficios anuales de cada recurso posteriores al corte 2044, se obtienen como un medio de la tasa obtenida para el último tramo hasta el corte 2048.

Para efectos de transformación del costo de la inversión, se utilizó el valor de la UF al 31 de diciembre de 2024, cuyo valor asciende a $ 38.416,69. No se consideraron beneficios ni costos derivados de las mantenciones de la ruta.

En los siguientes cuadros, se presentan los flujos de caja de cada uno de los escenarios de modelación analizados, a lo largo de la vida útil del proyecto.

CUADRO 12.5-4: FLUJO MONETARIO PLAN R5 ORIENTE [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	21.978	0	0	-21.978
2027	21.978	0	0	-21.978
2028	21.978	0	0	-21.978
2029	0	1.854	0	1.854
2030	0	1.923	0	1.923
2031	0	1.993	0	1.993
2032	0	2.063	0	2.063
2033	0	2.132	0	2.132
2034	0	2.202	0	2.202
2035	0	2.293	0	2.293
2036	0	2.384	0	2.384
2037	0	2.475	0	2.475
2038	0	2.566	0	2.566
2039	0	2.657	0	2.657
2040	0	2.748	0	2.748
2041	0	2.840	0	2.840
2042	0	2.931	0	2.931

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2043	0	3.022	0	3.022
2044	0	3.113	0	3.113
2045	0	3.249	0	3.249
2046	0	3.295	0	3.295
2047	0	3.340	0	3.340
2048	-18.518	3.386	0	21.904

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 12.5-5: FLUJO MONETARIO PLAN R5 PONIENTE [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	6.918	0	0	-6.918
2027	6.918	0	0	-6.918
2028	6.918	0	0	-6.918
2029	0	164	0	164
2030	0	171	0	171
2031	0	178	0	178
2032	0	184	0	184
2033	0	191	0	191
2034	0	197	0	197
2035	0	206	0	206
2036	0	214	0	214
2037	0	223	0	223
2038	0	232	0	232
2039	0	240	0	240
2040	0	249	0	249
2041	0	257	0	257
2042	0	266	0	266
2043	0	275	0	275
2044	0	283	0	283
2045	0	296	0	296
2046	0	301	0	301
2047	0	305	0	305
2048	-4.964	309	0	5.273

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente cuadro presenta los indicadores económicos de corto y largo plazo obtenidos para los planes de inversión. Para el cálculo del indicador de rentabilidad del proyecto, se utilizaron los beneficios obtenidos para cada plan y sus costos de inversión, expresados en los flujos de caja anteriores.

CUADRO 12.5-6: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Plan de Proyectos	VAN MM$	TIR %	IVAN %	TRI %	Momento óptimo inversión
Plan R5 Oriente	-1.504	0,5%	-0,48	3,0%	2047
Plan R5 Poniente	-871	-4,2%	-0,80	0,8%	2047

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa, ninguna de las opciones resulta socialmente rentable, si bien tendría mayores beneficios relativos implementar el eje longitudinal por el oriente de la Ruta 5.

12.5.3 Análisis de Sensibilidad

Se presenta a continuación un análisis de sensibilidad de los resultados, considerando una variación del 20% en inversión y beneficios (sensibilización simple).

La sensibilización simple de inversión y beneficios para las agrupaciones de proyecto entrega los siguientes resultados:

CUADRO 12.5-7: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

		Plan R5 Oriente		Plan R5 Poniente	
Variación Inversión	**Variación Beneficios**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**
20%	20%	-36.348	0,5%	-18.923	-4,2%
20%	0%	-41.660	-0,4%	-19.401	-4,6%
20%	-20%	-46.973	-1,3%	-19.880	-5,0%
0%	20%	-24.977	1,5%	-15.290	-3,8%
0%	-20%	-35.602	-0,6%	-16.248	-4,7%
-20%	20%	-13.606	2,9%	-11.658	-3,2%
-20%	0%	-18.919	1,7%	-12.136	-3,7%
-20%	-20%	-24.232	0,5%	-12.615	-4,2%

Fuente: Elaboración Propia

En anexos digitales se entregan las planillas de evaluación en que se realiza el cálculo de estos indicadores económicos.

12.6 Evaluación de Planes

Como se señaló en el capítulo 11, se construyeron planes considerando algunos proyectos que resultaban promisorios y proyectos que presentaban complementariedad, buscando identificar eventuales sinergias. Un segundo criterio fue buscar incorporar la mayor parte de los proyectos, fueran o no rentables individualmente, descartando solo aquellos que compiten entre sí o son alternativas de solución al mismo problema de conectividad. En el proceso de ajuste, se definieron un total de seis planes cuyas inversiones se detallan a continuación:

CUADRO 12.6-1: INVERSIONES EN PLAN 1 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	5,00	11.625	9.300	3.791
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
6	Conexión Oriente Tinguiririca	52,90	55.302	44.241	11.188
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
25 a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,87	8.544	6.835	1.917
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	179,45	207.944	166.355	45.821

El segundo plan considera la mayor parte de las alternativas propuestas:

CUADRO 12.6-2: INVERSIONES EN PLAN 2 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	5,00	11.625	9.300	3.791
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
6	Conexión oriente Tinguiririca	52,90	55.302	44.241	11.188
7c	Conexión poniente Ruta I-90-H – Ruta 5	11,49	11.025	8.820	1.764
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz – Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,07	36.371	29.097	6.249
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,16	48.441	38.753	10.012
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,55	14.937	11.950	2.390
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,25	14.459	11.567	2.960
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,68	284.829	227.863	45.937
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,51	8.247	6.598	1.901
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	27,48	35.471	28.377	7.804
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue – Pumanque	10,62	11.665	9.332	2.689
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,87	8.544	6.835	1.917
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,12	17.648	14.118	2.883
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,72	17.015	13.612	2.722
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16,79	16.392	13.114	2.741
25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	19,99	19.197	15.357	3.071
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	34,94	34.767	27.814	6.241
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604

	Proyecto estratégico	Longitud	Inversión	Inversión	Valor
		Km	Privada	Social	Residual
	Calz. Simple	483,0	505.773	404.618	100.239
	Doble calzada	67,7	365.574	292.459	58.857
	Total	550,7	871.347	697.077	159.096

El tercer plan (Plan 5) y cuarto plan (Plan 6) presentan una formulación de proyectos alternativos.

CUADRO 12.6-3: INVERSIONES EN PLAN 5 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud	Inversión	Inversión	Valor
		Km	Privada	Social	Residual
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,67	8.640	6.912	1.558
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	178,18	266.108	212.886	51.867

CUADRO 12.6-4: INVERSIONES EN PLAN 6 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud	Inversión	Inversión	Valor
		Km	Privada	Social	Residual
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,67	8.640	6.912	1.558
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
6	Conexión Oriente Tinguiririca	52,90	55.302	44.241	11.188
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz – Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,07	36.371	29.097	6.249
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,16	48.441	38.753	10.012
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,55	14.937	11.950	2.390
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,25	14.459	11.567	2.960
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,51	8.247	6.598	1.901
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	27,48	35.471	28.377	7.804
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	10,62	11.665	9.332	2.689

	Proyecto estratégico	Longitud	Inversión	Inversión	Valor
		Km	Privada	Social	Residual
25A	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,87	8.544	6.835	1.917
25B	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,12	17.648	14.118	2.883
25C	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,72	17.015	13.612	2.722
25D	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16,79	16.392	13.114	2.741
25E	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	19,99	19.197	15.357	3.071
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	34,94	34.767	27.814	6.241
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	503,14	604.562	483.650	116.635

El Plan 8 recoge los proyectos que presentaban rentabilidad de manera individual y se busca analizar su impacto en conjunto. El Plan 9 usa como base el Plan 8 e incorpora la mayor parte de las alternativas propuestas de proyectos estratégicos, excepto aquellas en las cuales se tienen proyectos que compiten entre sí o son alternativas de solución al mismo problema de conectividad.

CUADRO 12.6-5: INVERSIONES EN PLAN 8 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud	Inversión	Inversión	Valor
		Km	Privada	Social	Residual
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,68	284.829	227.863	45.937
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	109,52	350.265	280.212	59.626

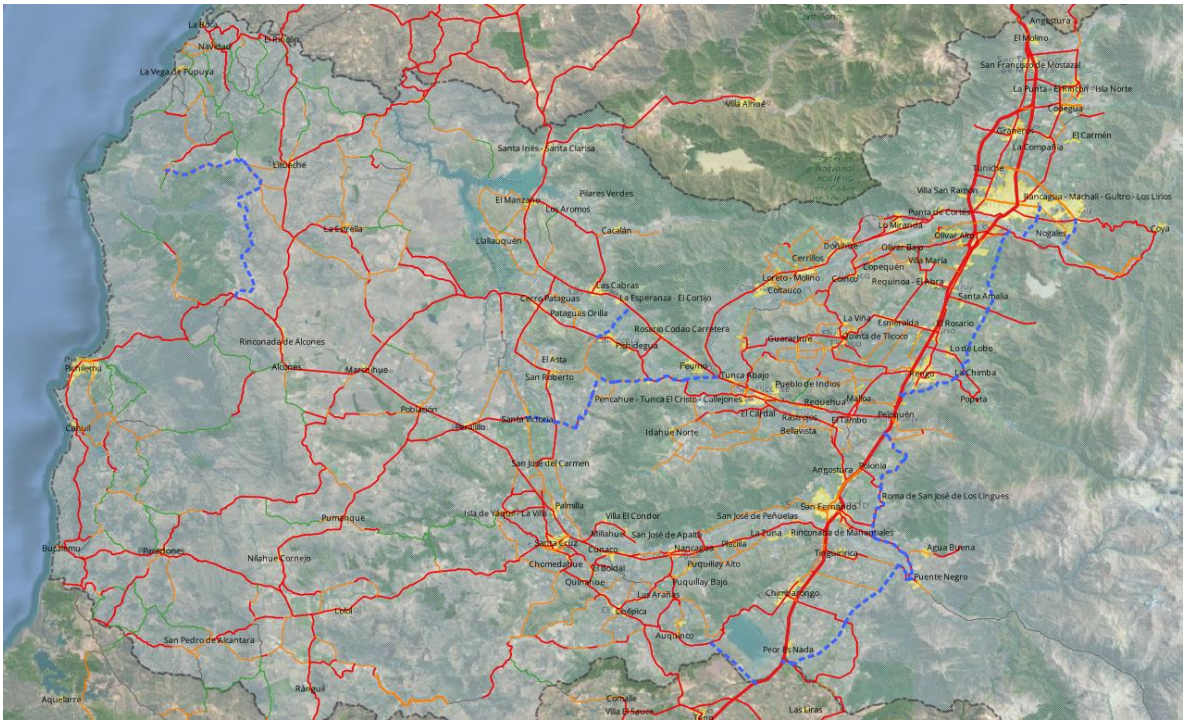
CUADRO 12.6-6: INVERSIONES EN PLAN 9 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud	Inversión	Inversión	Valor
		Km	Privada	Social	Residual
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	10,08	10.589	8.471	2.202
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,07	36.371	29.097	6.249
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,16	48.441	38.753	10.012

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,55	14.937	11.950	2.390
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,25	14.459	11.567	2.960
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	27,16	37.555	30.044	6.259
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,68	284.829	227.863	45.937
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,51	8.247	6.598	1.901
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	10,62	11.665	9.332	2.689
25B	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,12	17.648	14.118	2.883
25C	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,72	17.015	13.612	2.722
25D	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16,79	16.392	13.114	2.741
25E	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	19,99	19.197	15.357	3.071
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	439,41	768.846	615.077	136.787

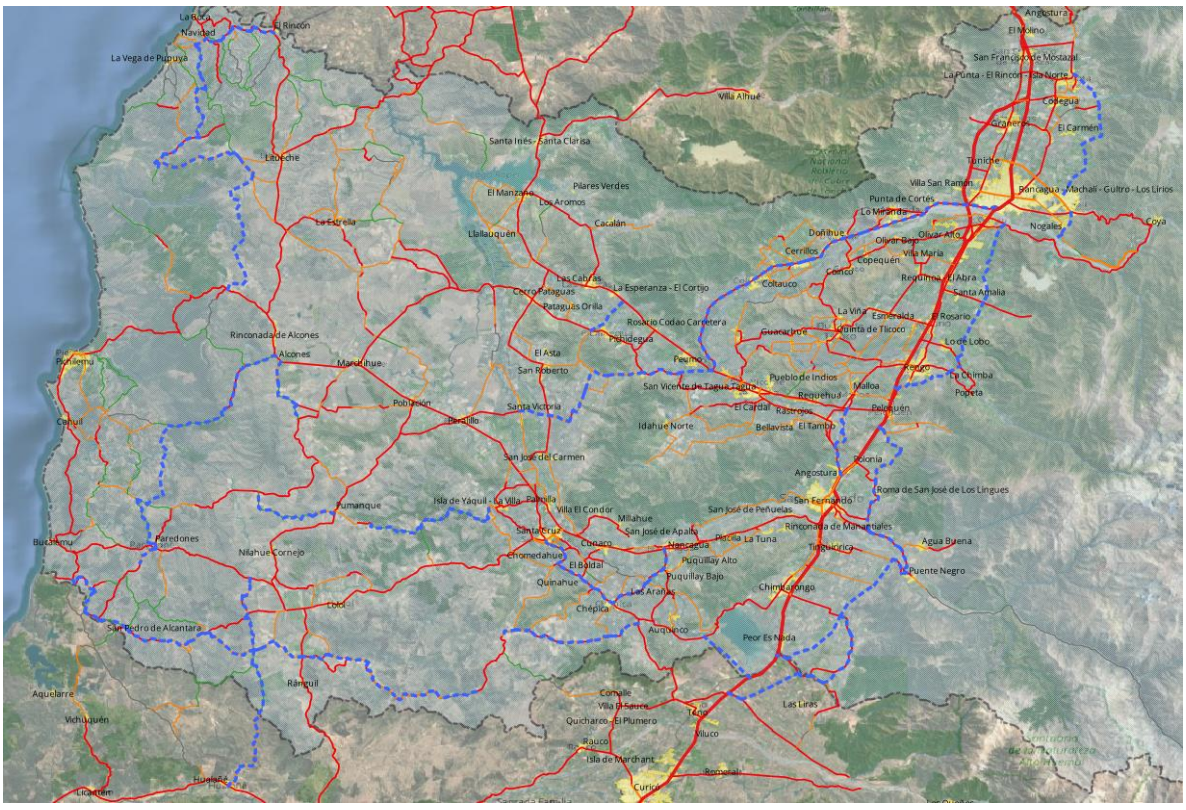
Los proyectos considerados en los planes se muestran en las figuras siguientes:

FIGURA Nº 12.6-1: PLAN 1 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



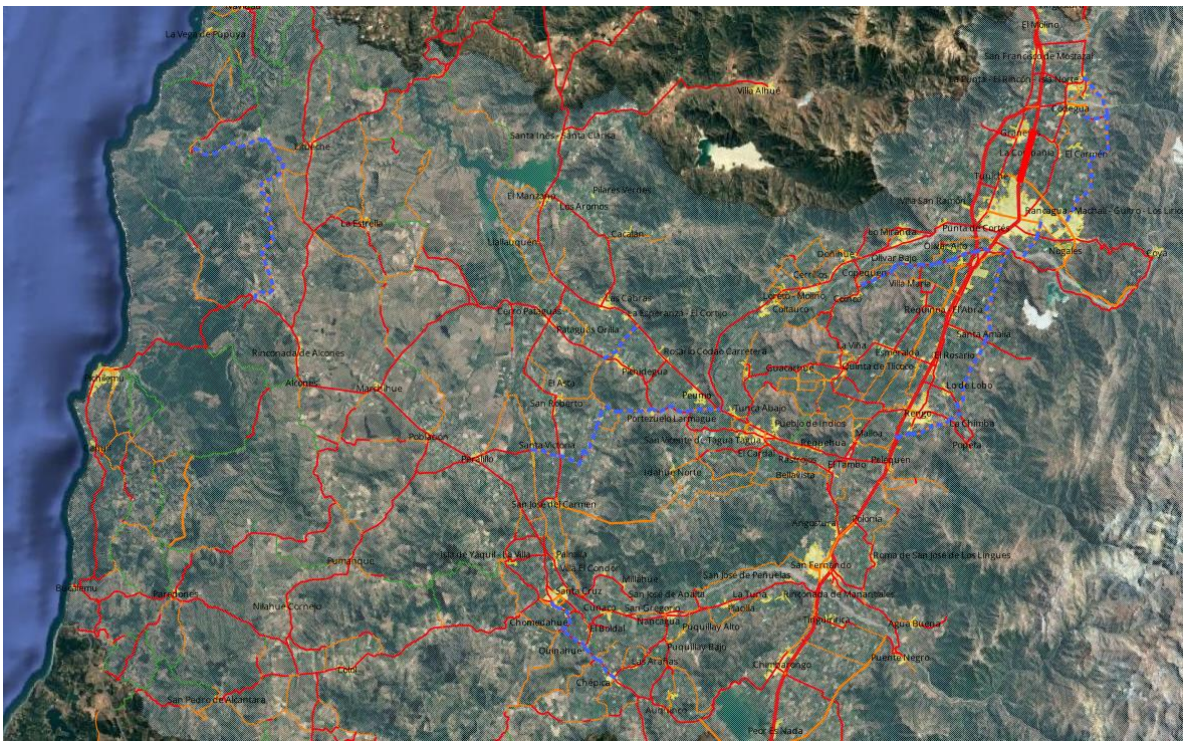
Fuente Elaboración propia

FIGURA Nº 12.6-2: PLAN 2 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



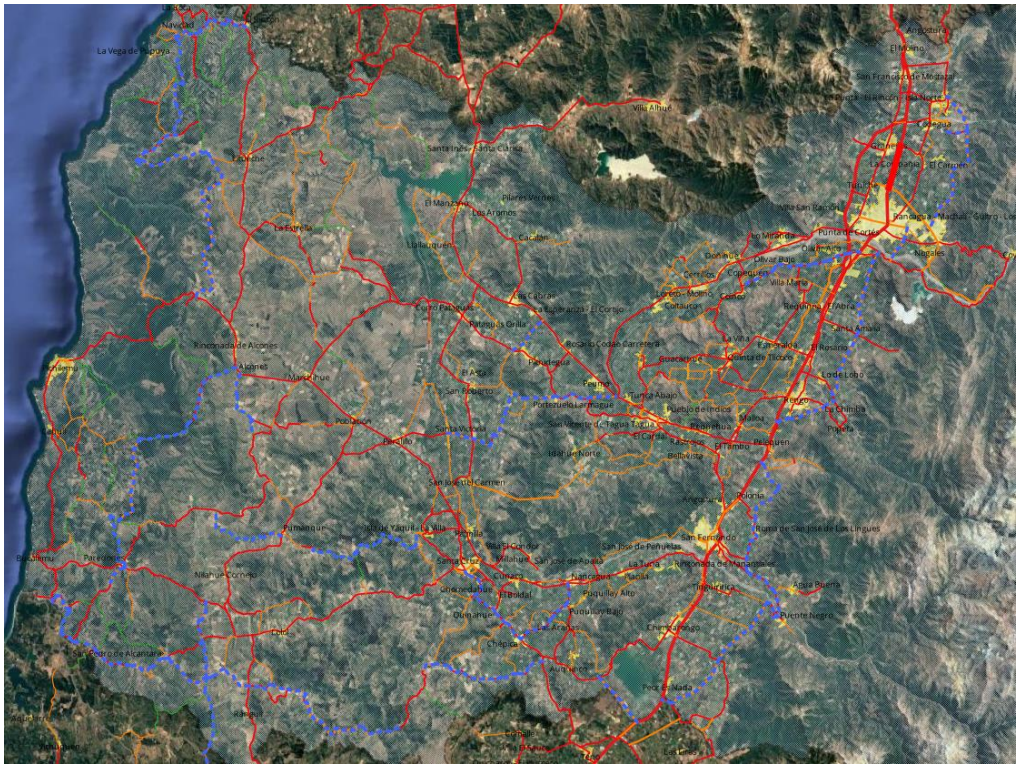
Fuente Elaboración propia

FIGURA Nº 12.6-3: PLAN 5 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



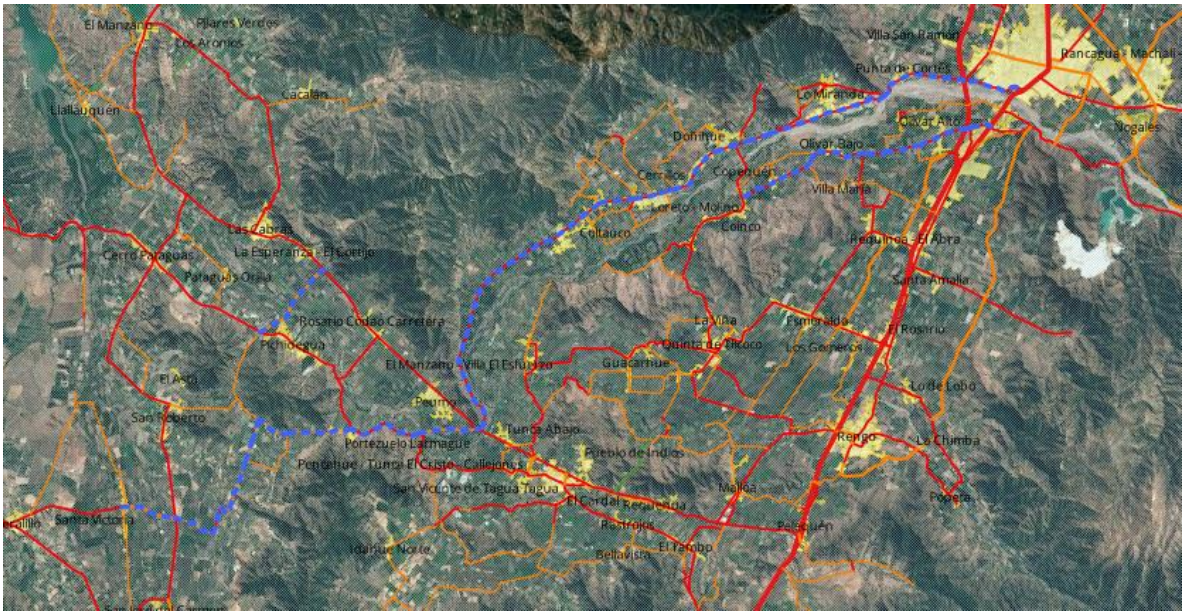
Fuente Elaboración propia

FIGURA Nº 12.6-4: PLAN 6 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



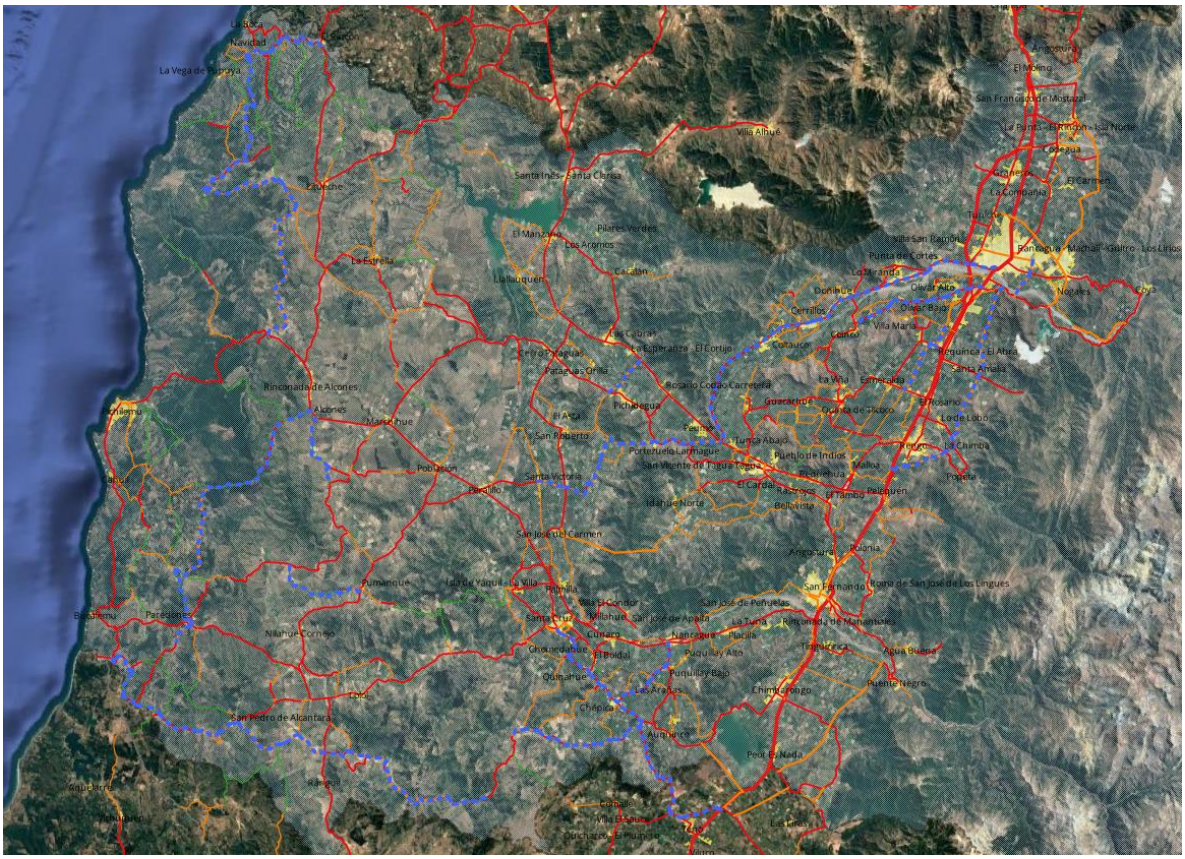
Fuente Elaboración propia

FIGURA Nº 12.6-5: PLAN 8 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

FIGURA Nº 12.6-6: PLAN 9 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

Dichas combinaciones de proyectos estratégicos fueron modeladas, obteniéndose los consumos de recursos en cada caso, como se muestra en la sección siguiente.

12.6.1 Determinación de Beneficios

Los cuadros siguientes presentan los consumos y ahorros de tiempo de viaje, combustible y costos operacionales, para cada año de corte.

CUADRO 12.6-7: AHORROS DE RECURSOS [MM$/AÑO]

Alt	Tiempo	Combustible	Neumáticos	Lubricantes	Repuestos	Mano de obra	Depreciación	Suma	Ahorros
2029									
P1	1.340.734	622.688	265.722	75.708	296	67.112	390	2.372.650	-14.014
P2	1.317.847	601.270	262.081	75.021	294	66.715	389	2.323.618	35.018
P5	1.320.744	616.550	265.929	74.966	294	66.551	386	2.345.420	13.216
P6	1.336.541	619.446	265.703	75.352	294	66.769	388	2.364.493	-5.857
P8	1.303.365	599.042	263.429	74.614	293	66.491	386	2.307.620	51.016
P9	1.298.525	616.411	273.753	78.532	309	70.127	409	2.338.065	20.570
2034									
P1	1.547.132	718.076	304.068	87.874	343	77.747	455	2.735.695	-16.406
P2	1.520.379	692.816	299.853	87.051	341	77.276	453	2.678.169	41.120
P5	1.523.722	710.823	304.288	86.998	340	77.087	450	2.703.709	15.581
P6	1.542.213	714.165	304.024	87.447	341	77.340	453	2.725.983	-6.694
P8	1.503.421	690.224	301.385	86.577	340	77.015	450	2.659.413	59.876
P9	1.497.770	710.462	313.257	91.192	358	81.284	477	2.694.801	24.488
2040									
P1	1.866.521	862.716	361.529	106.511	415	94.018	556	3.292.266	-20.136
P2	1.833.812	831.506	356.451	105.475	412	93.429	553	3.221.638	50.491
P5	1.837.796	853.719	361.763	105.427	411	93.201	550	3.252.867	19.263
P6	1.860.482	857.747	361.442	105.973	413	93.509	553	3.280.119	-7.989
P8	1.813.007	828.354	358.256	104.898	411	93.111	550	3.198.586	73.543
P9	1.806.100	852.982	372.456	110.594	433	98.360	583	3.241.507	30.623

Fuente: Elaboración Propia

12.6.2 Determinación de Indicadores Económicos

Como primer año de funcionamiento del proyecto se consideró el año 2029, por lo que se asume el total de la inversión de cada proyecto culminada al año 2028. En el caso de los beneficios anuales entre los cortes simulados de cada uno de los recursos (tiempo, combustible y costos de operación) se obtuvieron a partir de la tasa de crecimiento lineal de cada recurso, entre dos años de corte sucesivos simulados. Los beneficios anuales de cada recurso posteriores al corte 2044, se obtienen como un medio de la tasa obtenida para el último tramo hasta el corte 2048.

Para efectos de transformación del costo de la inversión, se utilizó el valor de la UF al 31 de diciembre de 2024, cuyo valor asciende a $ 38.416,69. No se consideraron beneficios ni costos derivados de las mantenciones de la ruta.

En los siguientes cuadros, se presentan los flujos de caja de cada uno de los escenarios de modelación analizados, a lo largo de la vida útil del proyecto.

CUADRO 12.6-8: FLUJO MONETARIO PLAN 1 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	55.452	0	0	-55.452
2027	55.452	0	0	-55.452
2028	55.452	0	0	-55.452
2029	0	-13.832	0	-13.832
2030	0	-14.304	0	-14.304
2031	0	-14.776	0	-14.776
2032	0	-15.249	0	-15.249
2033	0	-15.721	0	-15.721
2034	0	-16.193	0	-16.193
2035	0	-16.807	0	-16.807
2036	0	-17.420	0	-17.420
2037	0	-18.034	0	-18.034
2038	0	-18.647	0	-18.647
2039	0	-19.261	0	-19.261
2040	0	-19.874	0	-19.874
2041	0	-20.488	0	-20.488
2042	0	-21.101	0	-21.101
2043	0	-21.715	0	-21.715
2044	0	-22.328	0	-22.328
2045	0	-23.249	0	-23.249
2046	0	-23.555	0	-23.555
2047	0	-23.862	0	-23.862
2048	-45.821	-24.169	0	21.652

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 12.6-9: FLUJO MONETARIO PLAN 2 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	232.359	0	0	-232.359
2027	232.359	0	0	-232.359
2028	232.359	0	0	-232.359
2029	0	34.563	0	34.563
2030	0	35.768	0	35.768
2031	0	36.972	0	36.972
2032	0	38.177	0	38.177
2033	0	39.381	0	39.381
2034	0	40.586	0	40.586
2035	0	42.127	0	42.127
2036	0	43.669	0	43.669
2037	0	45.211	0	45.211

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2038	0	46.752	0	46.752
2039	0	48.294	0	48.294
2040	0	49.836	0	49.836
2041	0	51.377	0	51.377
2042	0	52.919	0	52.919
2043	0	54.461	0	54.461
2044	0	56.002	0	56.002
2045	0	58.315	0	58.315
2046	0	59.085	0	59.085
2047	0	59.856	0	59.856
2048	-159.096	60.627	0	219.723

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 12.6-10: FLUJO MONETARIO PLAN 5 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	70.962	0	0	-70.962
2027	70.962	0	0	-70.962
2028	70.962	0	0	-70.962
2029	0	13.044	0	13.044
2030	0	13.511	0	13.511
2031	0	13.978	0	13.978
2032	0	14.445	0	14.445
2033	0	14.911	0	14.911
2034	0	15.378	0	15.378
2035	0	15.984	0	15.984
2036	0	16.590	0	16.590
2037	0	17.195	0	17.195
2038	0	17.801	0	17.801
2039	0	18.407	0	18.407
2040	0	19.013	0	19.013
2041	0	19.618	0	19.618
2042	0	20.224	0	20.224
2043	0	20.830	0	20.830
2044	0	21.435	0	21.435
2045	0	22.344	0	22.344
2046	0	22.647	0	22.647
2047	0	22.950	0	22.950
2048	-51.867	23.253	0	75.120

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 12.6-11: FLUJO MONETARIO PLAN 6 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	161.217	0	0	-161.217
2027	161.217	0	0	-161.217
2028	161.217	0	0	-161.217
2029	0	-5.781	0	-5.781
2030	0	-5.946	0	-5.946
2031	0	-6.112	0	-6.112

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2032	0	-6.277	0	-6.277
2033	0	-6.442	0	-6.442
2034	0	-6.607	0	-6.607
2035	0	-6.820	0	-6.820
2036	0	-7.033	0	-7.033
2037	0	-7.246	0	-7.246
2038	0	-7.459	0	-7.459
2039	0	-7.672	0	-7.672
2040	0	-7.885	0	-7.885
2041	0	-8.098	0	-8.098
2042	0	-8.311	0	-8.311
2043	0	-8.524	0	-8.524
2044	0	-8.737	0	-8.737
2045	0	-9.057	0	-9.057
2046	0	-9.163	0	-9.163
2047	0	-9.270	0	-9.270
2048	-116.635	-9.376	0	107.259

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 12.6-12: FLUJO MONETARIO PLAN 8 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	93.404	0	0	-93.404
2027	93.404	0	0	-93.404
2028	93.404	0	0	-93.404
2029	0	50.353	0	50.353
2030	0	52.102	0	52.102
2031	0	53.851	0	53.851
2032	0	55.600	0	55.600
2033	0	57.349	0	57.349
2034	0	59.098	0	59.098
2035	0	61.347	0	61.347
2036	0	63.595	0	63.595
2037	0	65.843	0	65.843
2038	0	68.092	0	68.092
2039	0	70.340	0	70.340
2040	0	72.588	0	72.588
2041	0	74.836	0	74.836
2042	0	77.085	0	77.085
2043	0	79.333	0	79.333
2044	0	81.581	0	81.581
2045	0	84.954	0	84.954
2046	0	86.078	0	86.078
2047	0	87.202	0	87.202
2048	-59.626	88.326	0	147.953

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 12.6-13: FLUJO MONETARIO PLAN 9 [MM$/AÑO]

Año	Inversión	Ahorros Operación	Costos Mantención	Beneficios Netos
2026	122.499	0	0	-122.499
2027	122.499	0	0	-122.499
2028	122.499	0	0	-122.499
2029	0	20.303	0	20.303
2030	0	21.076	0	21.076
2031	0	21.850	0	21.850
2032	0	22.623	0	22.623
2033	0	23.397	0	23.397
2034	0	24.170	0	24.170
2035	0	25.179	0	25.179
2036	0	26.189	0	26.189
2037	0	27.198	0	27.198
2038	0	28.207	0	28.207
2039	0	29.216	0	29.216
2040	0	30.225	0	30.225
2041	0	31.235	0	31.235
2042	0	32.244	0	32.244
2043	0	33.253	0	33.253
2044	0	34.262	0	34.262
2045	0	35.776	0	35.776
2046	0	36.281	0	36.281
2047	0	36.785	0	36.785
2048	-87.271	37.290	0	124.560

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente cuadro presenta los indicadores económicos de corto y largo plazo obtenidos para los planes de inversión. Para el cálculo del indicador de rentabilidad del proyecto, se utilizaron los beneficios obtenidos para cada plan y sus costos de inversión, expresados en los flujos de caja anteriores.

CUADRO 12.6-14: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Plan de Proyectos	VAN MM$	TIR %	IVAN %	TRI %	Momento óptimo inversión
Plan 1	-21.339	-	-2,1	-8,8%	f.h.e.
Plan 2	-127.474	3,6%	-0,20	5,2%	2032
Plan 5	-1.511	5,4%	0,0	6,5%	2028
Plan 6	-500.703	-10,6%	-1,1	-1,3%	f.h.e.
Plan 8	458.788	17,4%	1,7	18,9%	2028
Plan 9	-249.589	1,1%	-0,4	3,5%	2043

Fuente: Elaboración Propia

El plan 8, compuesto por los proyectos estratégicos que resultaron rentables es, en conjunto, también ampliamente rentable por lo que se debería avanzar en su implementación. El resto

de los planes no resulta socialmente rentable, aunque el Plan 5 se encuentra muy cercano al umbral de rentabilidad.

12.6.3 Análisis de Sensibilidad

Se presenta a continuación un análisis de sensibilidad de los resultados, considerando una variación del 20% en inversión y beneficios (sensibilización simple).

La sensibilización simple de inversión y beneficios para las alternativas entrega los siguientes resultados:

CUADRO 12.6-15: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

		Plan 1		Plan 2		Plan 5		Plan 6	
Variación Inversión	**Variación Beneficios**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**
20%	20%	-404.673	-	-152.969	3,6%	-1.813	5,4%	-600.844	-10,6%
20%	0%	-365.972	-	-249.950	2,4%	-38.713	4,0%	-585.295	-9,8%
20%	-20%	-327.272	-	-346.931	0,9%	-75.613	2,4%	-569.746	-9,1%
0%	20%	-375.928	-	-30.494	5,1%	35.388	7,0%	-516.252	-11,5%
0%	-20%	-298.527	-	-224.455	2,1%	-38.411	3,7%	-485.154	-9,7%
-20%	20%	-347.184	-	91.982	7,0%	72.590	9,2%	-431.660	-13,1%
-20%	0%	-308.483	-	-4.999	5,4%	35.691	7,4%	-416.111	-11,8%
-20%	-20%	-269.782	-	-101.980	3,6%	-1.209	5,4%	-400.562	-10,6%

		Plan 8		Plan 9	
Variación Inversión	**Variación Beneficios**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**	**VAN [MM$]**	**TIR [%]**
20%	20%	550.546	17,4%	-299.507	1,1%
20%	0%	409.289	14,8%	-357.879	0,0%
20%	-20%	268.032	12,0%	-416.251	-1,1%
0%	20%	600.045	20,3%	-191.217	2,2%
0%	-20%	317.531	14,3%	-307.961	-0,2%
-20%	20%	649.545	24,2%	-82.927	3,8%
-20%	0%	508.288	21,0%	-141.299	2,5%
-20%	-20%	367.031	17,4%	-199.671	1,1%

Fuente: Elaboración Propia

En anexos digitales se entregan las planillas de evaluación en que se realiza el cálculo de estos indicadores económicos.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

13 DISEÑO PLAN DE INVERSIONES 13-1

13.1 PRESENTACIÓN 13-1
13.2 PRINCIPALES RESULTADOS 13-1
13.3 PLAN DE INVERSIONES 13-2
13.4 JERARQUIZACIÓN VIAL 13-5
13.5 OTRAS INICIATIVAS 13-10

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 13: DISEÑO PLAN DE INVERSIONES

13 DISEÑO PLAN DE INVERSIONES

13.1 Presentación

La generación del plan de inversiones definitivo es un resultado de la aplicación del modelo en distintos cortes temporales, para proponer un ordenamiento de las inversiones a materializar en el horizonte 2030- 2050 para la región de O'Higgins.

Del análisis de rentabilidad social de los proyectos y planes analizados es posible conformar un conjunto de intervenciones de interés regional, las que no obstante deberán adecuarse a la disponibilidad de recursos. En este capítulo se propone una aproximación a la planificación de las inversiones de mediano y largo plazo.

Se exploran también propuestas adicionales, con el objetivo de revisar las jerarquías de las distintas vías que componen la red caminera regional y proponer iniciativas adicionales en una perspectiva de mediano plazo.

13.2 Principales resultados

En el capítulo 10 se analizó el presupuesto MOP y en particular el de la región de O'Higgins, estimándose que la disponibilidad presupuestaria para proyectos viales estaría entre 15.000 y 25.000 MM$ anuales. Esto no contempla la opción de desarrollar proyectos mediante el mecanismo de Concesiones, condicionante que podría ser revisada en función del potencial interés privado en desarrollar algunos proyectos.

Por otra parte, se generó y evaluó una cartera que involucra inversiones por más de 1.264.000 MM$, destacando la inversión de la doble calzada de la ruta H-30 pero también varios proyectos orientados a complementar la conectividad regional. Se analizaron planes de proyectos que contenían el conjunto de proyectos de mejor rentabilidad social y obras complementarias, resultando preferible la implementación del Plan 8, con una inversión total de 350.000 MM$ equivalentes a más de 15 años de inversión sectorial en obras viales.

El plan está compuesto por todas las iniciativas que resultaron socialmente rentables y que mejoran la conectividad desde Ruta 5 al poniente de la región, estructurado en una doble calzada en la Ruta H-30, el mejoramiento de la conectividad entre Coinco y El Olivar, y proyecciones hacia Peumo y Pichidegua. Se agrega además un proyecto que es prácticamente rentable como lo es la Conexión Cachapoal Sur-Rengo (TIR=5.4%).

Se plantean también iniciativas de cambio de estándar en tramos de vías mediante el programa de caminos básicos, que permitirían mejorar la conectividad en diversos sectores con una inversión estimada en 52.000 MM$. Estos proyectos configuran vías longitudinales y transversales de la región y hacia el sector costero.

En el diseño del plan de inversiones se ha supuesto su implementación mediante financiamiento sectorial, con las restricciones presupuestarias señaladas previamente. No obstante, dado el tamaño de la inversión requerida para la ampliación de la ruta H-30 se sugiere explorar la opción de concesión.

13.3 Plan de Inversiones

De acuerdo a lo indicado previamente, se propone un plan de inversiones estructurado en quinquenios. Se ha considerado la prioridad de los proyectos estratégicos analizados, en términos de su momento óptimo de inversión y una distribución territorial de las inversiones.

Se han incorporado estimaciones de los estudios a desarrollar, que en el caso de los proyectos de ingeniería requeridos son del 5% del valor de las obras.

El detalle del plan de inversiones se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO 13.3-1: PROPUESTA PLAN DE INVERSIONES

Proyecto Estratégico	Item	Inversión MM$	Inversión por período MM$		
			2031-2035	2036-2040	2041-2045
Conexión Cachapoal Sur – Rengo	Proyectos de ingeniería	1.702	1.702		
	Obras	34.039	34.039		
Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	Proyectos de ingeniería	698	698		
	Obras	13.952	13.952		
Proyecto Conexión Alcones – Paredones	Proyectos de ingeniería	827	827		
	Obras	16.536	16.536		
Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	Proyectos de ingeniería	914	914		
	Obras	18.283	18.283		
Proyecto Ampliación Ruta H-30	Proyectos de ingeniería	14.241	14.241		
	Obras	284.829		99.690	185.139
Conexión El Barco - Peumo	Proyectos de ingeniería	1.634		1.634	
	Obras	32.688		32.688	

Proyecto Estratégico	Item	Inversión MM$	Inversión por período MM$		
			2031-2035	2036-2040	2041-2045
Conexión Pichidegua – La Rosa	Proyectos de ingeniería	723	723		
	Obras	14.464	14.464		
Conexión Cachapoal	Proy. de ingeniería/pref	689	689		
	Obras	13.772	13.772		
Eje O-P hacia la costa (al sur de la región)	Proyectos de ingeniería	1.056	528	528	
	Obras	21.128	10.564	10.564	
Total		**472.175**	**141.932**	**145.104**	**185.139**
Promedio gasto anual			**28.386**	**29.021**	**37.028**

Fuente: Elaboración propia.

En general, se ha intentado mantener un nivel de gasto sectorial consistente con el marco presupuestario establecido previamente, pero es evidente que la inversión de la Ruta H-30 escapa a las posibilidades aún postergando en varios años la inversión. Si bien es un proyecto que resulta prioritario, se ha optado por avanzar en el primer quinquenio con las obras de inversiones menores en conectividad (proyectos Conexión Cachapoal Sur – Rengo, Conexión Cachapoal, Conexión Topocalma – Ruta 90, Conexión Alcones – Paredones, Eje O-P hacia la costa) y en la inversión del mejoramiento entre Coinco – Olivar considerando que permitiría absorber parte del flujo derivado durante las obras de ampliación de la Ruta H-30. En el segundo quinquenio se debería iniciar las obras de la ruta H-30 y avanzar en conectividad hacia Peumo y durante el último quinquenio completar las inversiones requeridas por la Ruta H-30. Aún así es importante señalar que el presupuesto anual de Vialidad responde además a un sinnúmero de otras iniciativas entre reposición de caminos, de puentes, otros proyectos específicos, otros proyectos de caminos básicos, etc, por lo que resulta importante de sobremanera la priorización que se dé a la cartera de proyectos para su desarrollo.

Como se señaló previamente, se debería explorar el mecanismo de concesión de obra pública para la Ruta H-30, dada la restricción presupuestaria regional para financiamiento sectorial.

FIGURA Nº 13.3-1: PLAN DE INVERSIONES PROPUESTO

Fuente: Elaboración propia

13.4 Jerarquización Vial

Un ámbito específico del análisis efectuado corresponde a los caminos básicos, que son rutas de carácter secundario donde la inversión sectorial permite un mejoramiento con una carpeta no estructural, manteniendo la geometría existente. Si bien el programa de caminos básicos ha permitido responder de manera ágil a las necesidades de contar con vías pavimentadas, se observaron en terreno situaciones de demandas vehiculares superiores a las esperadas en una vía secundaria, lo que da origen a condicionantes de seguridad vial que fueron abordadas en el diagnóstico.

En algunos casos, la mayor demanda vehicular observada se debe a que el camino básico otorga una conectividad de escala mayor al ámbito local, lo que haría necesario dotar a la ruta de un mejor estándar, capaz de acoger la demanda tanto de vehículos livianos como de carga y ofrecer mejores condiciones geométricas que las que son factibles dentro del programa de caminos básicos. Esto implica que algunas rutas debieran tener una jerarquía vial superior a la que cuentan en la actualidad.

En la red de modelación definida para el presente estudio se tuvo en consideración la totalidad de la red vial regional, incluyendo todas las vías de jerarquía secundaria. En el proceso de definición de la red, se eliminaron aquellas vías que no aportaban en la conectividad comunal o intercomunal por lo que las rutas que están representadas en el modelo serían candidatas a tener una mayor jerarquía vial.

Del listado completo de vías consideradas, se seleccionaron aquellas vías cuya carpeta correspondería a un pavimento básico de acuerdo a los antecedentes del Departamento de Gestión Vial de la Dirección de Vialidad. Dichas vías serían candidatas a tener una mayor jerarquía vial y por tanto sería recomendable analizar mejoramientos geométricos y estructurales en el contexto de inversiones sectoriales en infraestructura vial.

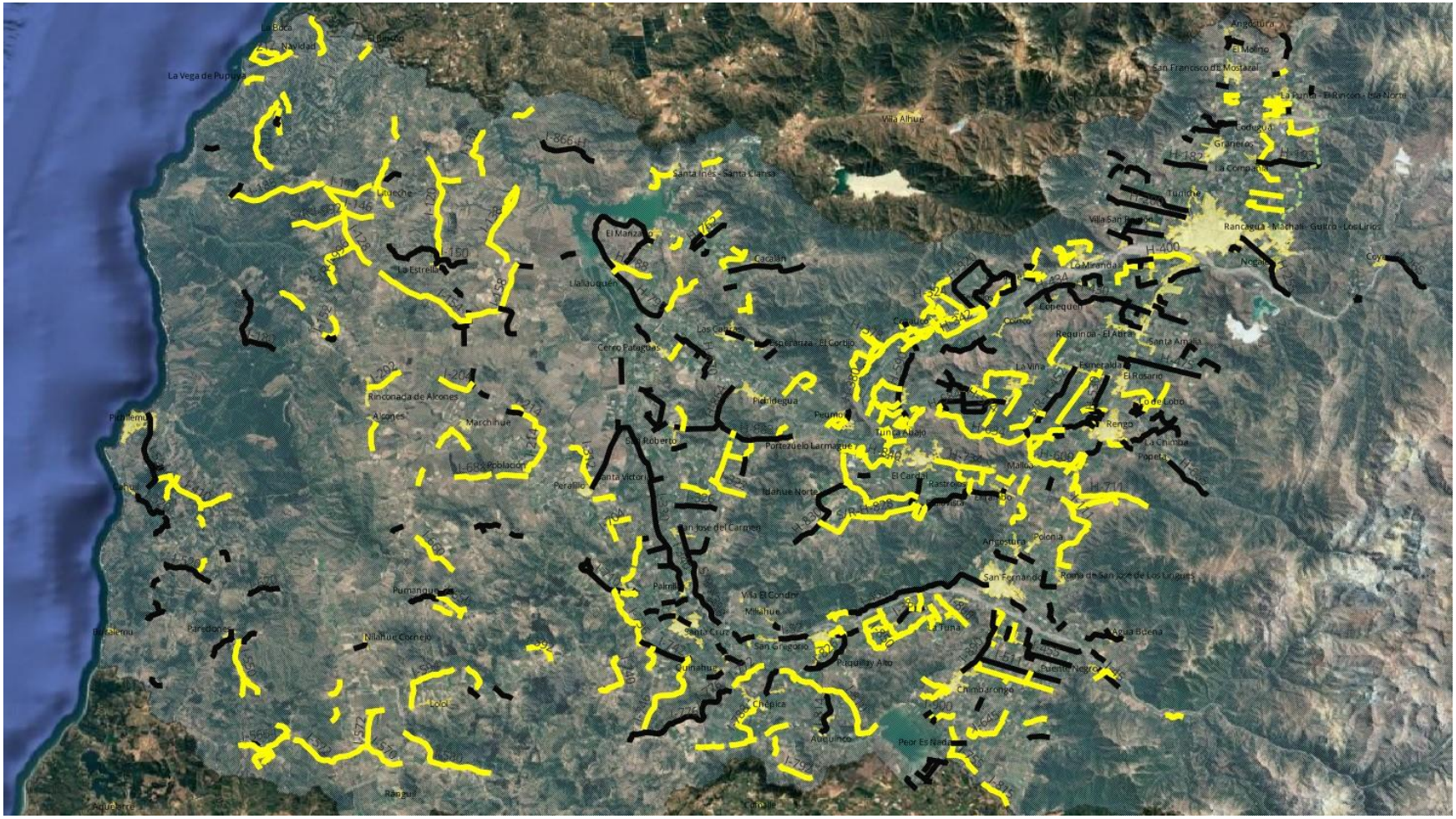
El listado de vías consideradas se presenta en el cuadro y se destacan en amarillo en la figura a continuación:

CUADRO 13.4-1: RUTAS CON PAVIMENTO BÁSICO INCLUIDAS EN LA RED DE MODELACIÓN

H-150	H-400	H-788	I-111	I-527	I-815	S/R H-731
H-157	H-460	H-794	I-112	I-546	I-820	S/R-H-1211
H-159	H-470	H-796	I-116	I-550	I-822	S/R-H-125
H-160	H-510	H-802	I-120	I-554	I-832	S/R-H-1520
H-161	H-515	H-810	I-128	I-558	I-840	S/R-H-1764
H-165	H-516	H-814	I-132	I-560	I-844	S/R-H-1798
H-1668	H-526	H-818	I-138	I-562	I-848	S/R-H-181
H-169	H-535	H-820	I-140	I-566-J	I-850	S/R-H-280
H-171	H-541	H-824	I-146	I-568	I-854	S/R-H-300
H-1806	H-548	H-826	I-152	I-570	I-856	S/R-H-454
H-185	H-564	H-838	I-154	I-572	I-858	S/R-H-456
H-189	H-586	H-840	I-158	I-580	I-860	S/R-H-520
H-197	H-594	H-842	I-165	I-592	I-872	S/R-H-534
H-203	H-600	H-844	I-170	I-594	I-876	S/R-H-612
H-207	H-606	H-846	I-188	I-640	I-884	S/R-H-736
H-256	H-608	H-848	I-192	I-644	I-892	S/R-H-738
H-282	H-611	H-850	I-196	I-645	I-896	S/R-H-804
H-284	H-616	H-854	I-198	I-650	I-900	S/R-H-812
H-286	H-620	H-858	I-202	I-660		S/R-H-828
H-290	H-628	H-874	I-204	I-665		S/R-H-862
H-304	H-631		I-212	I-674		S/R-H-868
H-324	H-634		I-214	I-680		S/R-H-878
H-328	H-640		I-224	I-688		S/R-H-888
H-330	H-648		I-230	I-700		S/R-H-894
H-334	H-650		I-312	I-704		S/R-H-914
H-338	H-660		I-320-H	I-708		S/R-I-1048
H-342	H-664		I-322	I-712		S/R-I-106
H-344	H-666		I-370	I-721-H		S/R-I-124
H-350	H-668		I-372	I-725		S/R-I-134
H-354	H-670		I-376	I-736		S/R-I-248
H-358	H-674		I-380	I-740		S/R-I-266
H-362	H-710		I-384	I-744		S/R-I-358
H-364	H-711		I-388	I-746		S/R-I-402
H-366	H-734		I-410	I-755		S/R-I-461
H-368	H-746		I-421	I-758		S/R-I-481
H-370	H-748		I-425	I-772		S/R-I-531
H-374	H-750		I-450	I-788		S/R-I-834
H-376	H-754		I-475	I-790		S/R-I-992
H-378	H-768		I-490	I-792		S/R-I-996
H-380	H-770		I-494	I-810		
H-382	H-784		I-525	I-812		

Fuente: Elaboración propia a partir de red de modelación

FIGURA Nº 13.4-1: CAMINOS BÁSICOS INCLUIDOS EN LA RED DE MODELACIÓN



Fuente: Elaboración propia a partir de red de modelación

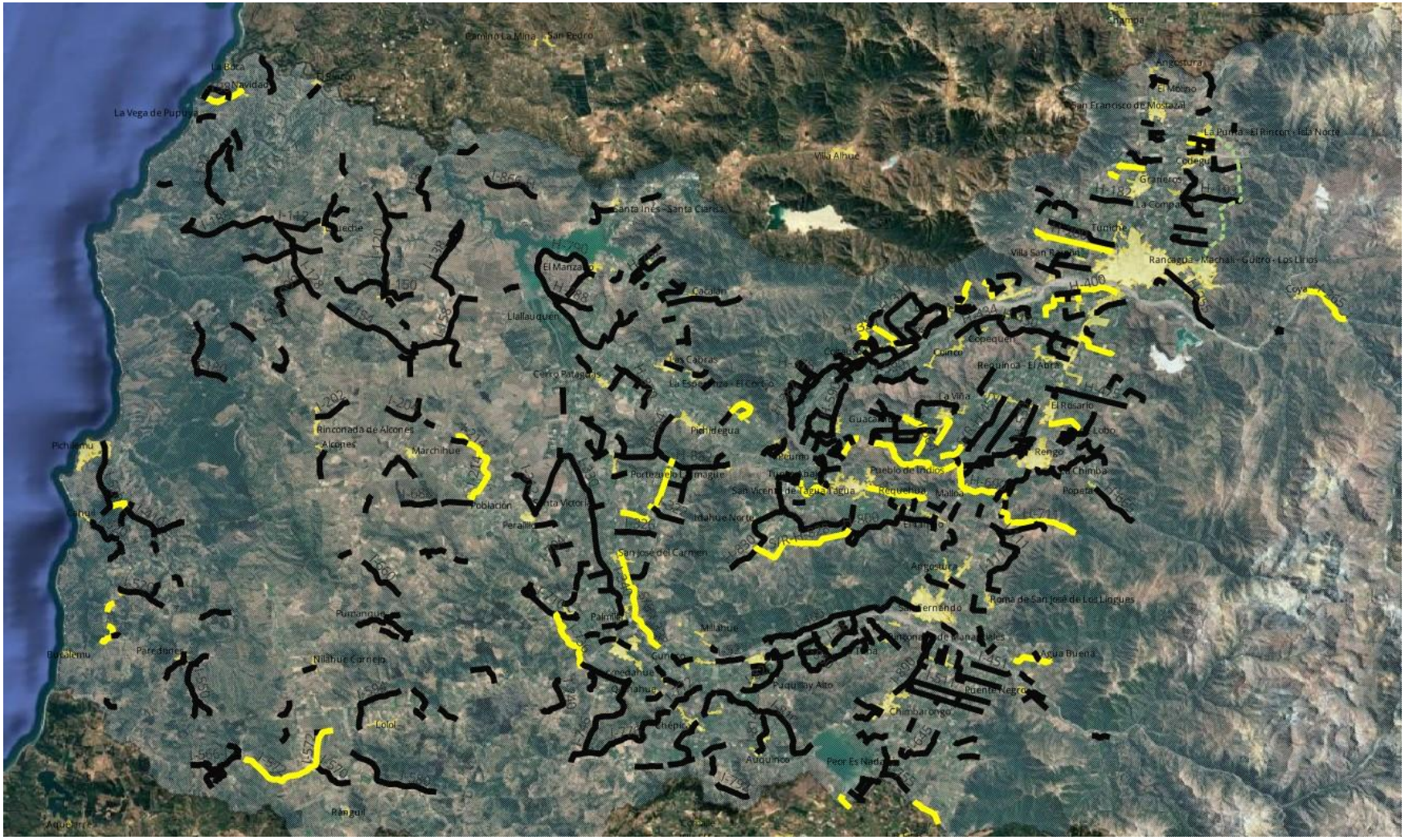
Si bien el listado anterior es extenso y cuenta con una serie de vías no enroladas, es posible priorizar en aquellas vías en las que el modelo o bien mediciones realizadas como parte del presente estudio muestran que tiene una demanda relevante, como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 13.4-2: CAMINOS BÁSICOS CON TMDA SUPERIOR A 800

Rol	Longitud Tramo (m)	Enrolado	Flujo (Veh/día)	Origen información
H-200	9.250	Sí	1.881	Medido
H-634	17.968	Sí	1.859	Medido
S/R-I-338	14.374	No	1.788	Medido
S/R-H-433	4.506	No	1.691	Medido
H-711	9.887	Sí	1.517	Medido
I-320-H	265	Sí	1.461	Medido
I-309	4.500	Sí	1.457	Medido
H-290	3.812	Sí	1.300	Medido
I-198	5.336	Sí	1.222	Medido
S/R-H-456	3.531	No	1.130	Modelo
H-265	6.402	Sí	999	Medido
H-600	4.590	Sí	995	Medido
I-490	3.161	Sí	985	Modelo
H-840	4.477	Sí	978	Medido
I-918	1.383	Sí	976	Medido
I-815	3.630	Sí	975	Medido
H-400	4.211	Sí	949	Medido
I-736	10.087	Sí	932	Medido
I-214	4.107	Sí	925	Modelo
H-324	8.550	Sí	908	Medido
H-157	2.403	Sí	885	Medido
I-572	7.750	Sí	882	Medido
H-564	6.662	Sí	877	Medido
I-510	3.300	Sí	877	Modelo
H-640	2.720	Sí	862	Medido
H-734	6.460	Sí	859	Medido
S/R-H-828	12.888	No	858	Medido
H-174	2.954	Sí	851	Medido
S/R-H-736	4.637	No	839	Medido
H-165	1.811	Sí	838	Medido
H-515	4.299	Sí	819	Medido

Para estas vías (casi 180 km. en total), en amarillo en la figura siguiente, se recomienda realizar estudios de mejoramiento vial, considerando las etapas de preinversión e inversión.

FIGURA Nº 13.4-2: CAMINOS BÁSICOS PRIORIZADOS



Fuente: Elaboración propia a partir de red de modelación

13.5 Otras iniciativas

Se revisó la información del Plan Nacional de Censos en orden a determinar si los niveles de flujo observados ameritaban un mejoramiento de estándar para las vías de mayor flujo. Como criterios generales se consideró:

- TMDA[1] mayor a 250 vehículos, con carpeta no pavimentada
- TMDA mayor a 6.000 vehículos diarios en vías de calzada simple

En el cuadro siguiente se presenta un listado de rutas con registro del PNC 2022 en el cual tienen un TMDA estimado entre 250 y 800 vehículos diarios[2]. Se detalla en cada caso la condición actual de la vía, en base a información del SIG y planilla SECTO 2023 de la Dirección de Vialidad.

CUADRO 13.5-1: RUTAS CON TMDA EN RANGO [250,800]

TMDA	Ruta	PNC	Sector	Condición actual	Observación
798	H-711	170	Pelequén – Los Maquis	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
796	H-634	117	Malloa - Corcolén	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
789	I-112	161	Litueche - Matanzas	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
775	H-634	117	Malloa - Corcolén	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
751	I-20	107	Hacia Las Damas	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
750	I-772	139	Hacia Chépica Bajo	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
738	I-150	100	La Estrella – Límite Regional	Pavimento	Pasar a pavimento estructural
720	I-776	139	Hacia Las Palmas	Pavimento	Pasar a pavimento estructural
692	I-810	155	Puquillay – Convento Viejo	Pavimento	Pasar a pavimento estructural
682	H-711	170	Pelequén – Los Maquis	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
657	I-52	133	Hacia Chacarilla	Pavimento	Pasar a pavimento estructural
648	I-158	100	Hacia Coipue	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
625	I-520	160	Pichilemu - Cahuil	Pavimento	Pasar a pavimento estructural
616	I-112	161	Litueche - Matanzas	Suelo natural	Pav. Básico/Estructural

[1] Tránsito Medio Diario Anual obtenido como el promedio de los tres registros de temporada del Plan Nacional de Censos
[2] Se asume que con un TMDA superior a 250 vehículos/día ya sería socialmente rentable la pavimentación de una vía

TMDA	Ruta	PNC	Sector	Condición actual	Observación
548	I-810	144	Hacia San José de Lo Toro	Pav. Básico	Pasar a pavimento estructural
526	I-85-J	166	Chimbarongo - Morza	Pavimento	Mantener
521	I-660	120	Marchigüe – La Quebrada	Pav. Básico	Mantener
521	I-212	149	Hacia Lagunillas	Suelo natural	Pav. Básico
515	I-660	120	Marchigüe – La Quebrada	Pav. Básico	Mantener
503	I-660	126	Hacia Marchigüe	Pav. Básico	Mantener
479	I-824	136	Hacia Puquillay	Pav. Básico	Mantener
466	I-112	156	Litueche – Matanza	Pav. Básico/Ripio	Pav. Básico
449	I-154	99	Hacia San Miguel	Ripio	Pav. Básico
443	I-721-H	170	Hacia Fundo Los Llanos	Pav. Básico	Mantener
435	I-45	143	Cruce Ruta 5 – Termas del Flaco	Ripio/Pav. Básico	Pav. Básico/Estructural
427	I-376	133	Hacia Arica	Pav. Básico/Ripio	Mejorar
411	I-301	129	La Marinana – Agua Fría	Pavimento/Ripio	Mantener
410	H-577	119	Hacia La Chimba	Pav. Básico	Mantener
374	I-196	156	Hacia Pupuya	Pav. Básico	Mantener
294	I-196	149	Hacia Pupuya	Suelo natural	Pav. Básico
273	I-620	164	Paredones – El Calvario	Pavimento	Mantener
259	I-620	164	Paredones – El Calvario	Suelo natural	Pav. Básico

Fuente: Elaboración propia a partir de PNC 2022 y antecedentes Dirección de Vialidad

La mayoría de las rutas analizadas ya cuentan al menos con pavimento básico, particularmente en las de mayor tránsito observado. Las rutas I-212, I-112, I-154, I-196 e I-620 deberían contar con una carpeta básica o completar la que ya tienen en el mediano plazo, ya que presentan niveles de tránsito en el rango entre 250 y 500 vehículos.

Por otra parte, para las rutas H-634, un tramo de la I-112 e I-810 se recomienda pasar del estándar básico actual a contar con un pavimento estructural. Esta recomendación se basa en el análisis de los videos de terreno y de los niveles de tránsito pesado registrados por el PNC, ya que se observa un deterioro de la carpeta básica probablemente causado por el tránsito de camiones y/o fallas de drenaje de la vía.

En el caso de la Ruta I-45, por su carácter de ruta regional primaria se recomienda contar con pavimento estructural en los primeros tramos y continuar con la pavimentación o con carpeta básica en los sectores que se encuentran en estándar de ripio.

En el cuadro siguiente se presentan las rutas con registros de TMDA superior a 6.000 vehículos diarios, lo que haría necesario en el mediano plazo (2040) contar con una vía de capacidad superior a una calzada bidireccional.

CUADRO 13.5-2: RUTAS CON TMDA SUPERIOR A 6.000

TMDA	Ruta	PNC	Sector	Condición actual	Observación
38.422	EX. RUTA 5	168	Rancagua - Graneros	Doble calzada	Mantener
19.823	H-30	98	Rancagua - Lo Miranda	Calzada simple	Proyecto estratégico 21
16.478	H-30	98	Rancagua - Lo Miranda	Calzada simple	Proyecto estratégico 21
15.561	RUTA 90	130	San Fernando - Placilla	Doble calzada	Mantener
14.896	H-27	174	Machalí - Coya	Doble calzada/Calzada simple	Sit. Base
14.305	RUTA 90	130	San Fernando - Placilla	Doble calzada	Mantener
14.085	RUTA 66	115	San Vicente de Tagua Tagua - Peumo	Calzada simple	Concesión
13.425	RUTA 66	115	San Vicente de Tagua Tagua - Peumo	Calzada simple	Concesión
12.370	H-10	95	Graneros - Rancagua	Calzada simple	Sit. Base
12.272	H-10	95	Graneros - Rancagua	Calzada simple	Sit. Base
12.182	RUTA 66	177	Pelequén - Límite Regional	Calzada simple	Concesión
11.759	RUTA 90	128	Palmilla - Peralillo	Calzada simple	Avance en etapas
11.551	RUTA 90	133	Placilla - Nancagua	Calzada simple	Avance en etapas
11.348	RUTA 90	133	Placilla - Nancagua	Calzada simple	Avance en etapas
11.325	H-30	101	Doñihue - Coltauco	Calzada simple	Proyecto estratégico 21
10.999	RUTA 66	177	Pelequén - Límite Regional	Calzada simple	Concesión
10.998	H-30	101	Doñihue - Coltauco	Calzada simple	Proyecto estratégico 21
10.616	RUTA 66	146	Las Cabras - Santa Julia	Calzada simple	Concesión
10.188	RUTA 66	151	Long. Sur - San Vicente de Tagua Tagua	Calzada simple	Concesión
10.040	URB. H-210	95	Hacia El Crucero	Calzada simple	Sit. Base
9.612	RUTA 66	146	Las Cabras – Santa Julia	Calzada simple	Concesión
9.154	RUTA 66	96	Santa Clarisa – El Manzano	Calzada simple	Concesión
9.111	RUTA 66	96	Santa Clarisa – El Manzano	Calzada simple	Concesión
8.955	RUTA 90	128	Palmilla - Peralillo	Calzada simple	Avance en etapas
8.142	H-511	111	Rosario - Rengo	Calzada simple	Sin información
8.096	H-511	111	Rosario - Rengo	Calzada simple	Sin información
7.948	RUTA 90	172	Peralillo - Población	Calzada simple	Avance en etapas
7.060	RUTA 66	93	Límite Regional - El Manzano	Calzada simple	Concesión
6.972	I-72	132	Santa Cruz - Lolol	Calzada simple	Sin información
6.698	RUTA 90	172	Peralillo - Población	Calzada simple	Avance en etapas
6.693	H-82-I	127	Est. Colchagua - Los Olmos	Calzada simple	Sin información
6.543	H-64	118	Cruce H-60 - Estación Malloa	Calzada simple	Sin información
6.421	H-82-I	127	Est. Colchagua - Los Olmos	Calzada simple	Sin información Sin información
6.317	I-72	132	Santa Cruz - Lolol	Calzada simple	Sin información
6.270	H-50	91	Long. Sur - Quinta de Tilcoco	Calzada simple	Sin información

TMDA	Ruta	PNC	Sector	Condición actual	Observación
6.157	I-86	135	Chépica - Chomedahue	Calzada simple	Proyecto estratégico 8
6.144	H-15	180	Rancagua - La Compañía	Calzada simple	Sin información

Fuente: Elaboración propia a partir de PNC 2022 y antecedentes D. Vialidad

Se observa del cuadro anterior que los mayores tráficos ya cuentan con doble calzada o están contemplados en proyectos de concesión como la Ruta 66, en un avance por etapas como la Ruta 90 o en proyectos en fase de diseño o construcción como las rutas H-10, H-210 y H-27. La ruta H-30 fue analizada como proyecto estratégico en el presente estudio, lo mismo que la Ruta I-86.

Otros tráficos importantes aparecen en rutas como H-511, I-72, H-82-I, H-64, H-50, H-15 lo que sugeriría un análisis de mayor detalle para revisar la necesidad de aumentos de capacidad. Se debe tener en consideración que los registros del Plan Nacional de Censos están normalmente en intersecciones, donde puede incluirse flujo local o de corta distancia, lo que puede incidir en mayores volúmenes de tránsito. En otros casos, las rutas indicadas ya forman parte de áreas urbanas o de conexión entre conurbaciones cercanas, lo que les otorga un carácter más urbano y por tanto pueden requerir soluciones de mejoramiento urbano, gestión de tránsito y/o generación de bypasses, lo que amerita un análisis específico.

Estudio
"ANÁLISIS CONECTIVIDAD Y JERARQUIZACIÓN VIAL REGIÓN DE O'HIGGINS"

INFORME FINAL

14 CONCLUSIONES 14-1

14.1 PRESENTACIÓN 14-1
14.2 PRINCIPALES RESULTADOS 14-1
14.3 PLAN DE INVERSIONES 14-16
14.4 RECOMENDACIONES 14-19
14.5 INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA 14-20

ÍNDICE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS CAP. 14: CONCLUSIONES DEL ESTUDIO
ANEXO SIG

14 CONCLUSIONES

14.1 Presentación

En este capítulo se presentan las principales conclusiones y recomendaciones derivadas de la realización del estudio. Los principales elementos para considerar se refieren a la formulación del modelo estratégico, los criterios metodológicos para la evaluación social de planes y proyectos y la definición del plan de inversiones. Como parte de las recomendaciones se genera el etapamiento del Plan de Inversiones y las tareas de mayor urgencia para avanzar en su implementación.

Otro aspecto relevante de las conclusiones se refiere al análisis desarrollado en relación a los caminos secundarios y no secundarios en los cuales se ha implementado una solución de pavimentación básica.

14.2 Principales resultados

Un primer aspecto a consignar se refiere a que generó un modelo estratégico que representa el comportamiento de los usuarios en las principales vías interurbanas de la región de O'Higgins y que la vinculan con las regiones vecinas. Se destaca que la zonificación utilizada resulta bastante desagregada, a nivel de distrito censal, lo que permitió contar con una cobertura detallada de los viajes entre las diversas localidades y ciudades que conforman la región.

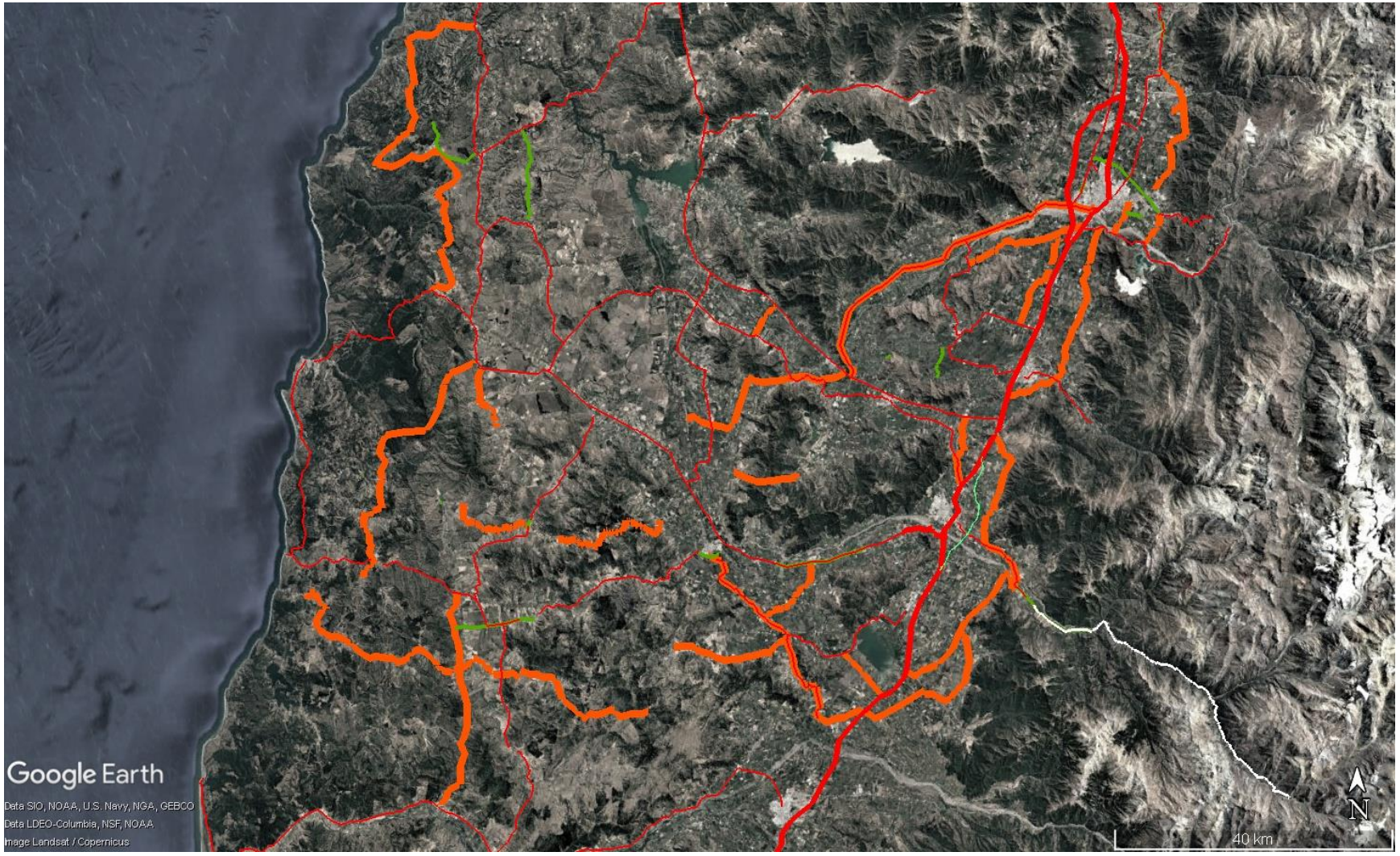
El modelo consideró información de tránsito levantada en época normal, representada en un único período de modelación. El levantamiento de información de tránsito, que consideró 30 puntos de medición de flujos en vías principales y otros 120 en caminos secundarios, además de 30 puntos de encuesta origen destino y la realización de encuestas de preferencias declaradas, no estuvo exento de dificultades. En particular, hubo dificultades con el apoyo policial en algunos puntos de control, lo que limitó particularmente la representatividad de la muestra de vehículos de carga.

A partir de este modelo de representación, se generó una simulación de los niveles de flujo en la red vial que evidenció las necesidades de mayor conectividad en la red. Esto, unido a antecedentes de diversas carteras de proyectos propuestas para la región, permitió definir un conjunto de proyectos de carácter estratégico, que tendieran a ofrecer un mejor nivel de servicio para el sistema regional de transporte.

Adicionalmente, se realizó un diagnóstico de seguridad vial para los caminos básicos de la región, proponiéndose además una revisión del estándar de algunas rutas, cuya incidencia en la conectividad regional hace recomendable un mejoramiento de su estándar.

Las propuestas en el ámbito estratégico correspondieron a 33 proyectos estratégicos que involucran un total de 544 km de calzada simple pavimentada, 68 km de doble calzada y 27 km de ampliación de capacidad con terceras pistas en sectores de cuesta, totalizando 670 km intervenidos.

FIGURA Nº 14.2-1: PROYECTOS ESTRATÉGICOS DEFINIDOS



La inversión total en los proyectos incluidos alcanza a 32.924.506 UF (equivalentes a más de 1.260.000 MM$ a diciembre de 2024), lo que correspondería a más de 30 años de inversión considerando el marco presupuestario estimado.

CUADRO 14.2-1: ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PROYECTOS

Proy	Proyecto Estratégico	Longitud Km	Proy Vial UF	Estructuras UF	Expropiaciones UF	Total UF
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,7	216.750	0	8.150	224.900
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,8	536.550	131.200	8.150	675.900
3	Conexión sur Machalí	3,4	84.425	0	11.752	96.177
3B	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	5,0	114.475	172.200	15.935	302.610
4	Conexión Cachapoal	5,4	122.983	221.400	14.097	358.480
5A	Conexión Sur Cachapoal	5,8	145.013	0	20.882	165.894
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,8	819.738	0	66.317	886.055
6	Conexión oriente Tinguiririca	52,9	1.317.213	23.739	98.568	1.439.520
6B	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca	25,6	641.050	4.920	92.311	738.281
7A	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	3,9	98.500	0	14.184	112.684
7B	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	10,1	252.025	0	23.620	275.645
7C	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	11,5	286.975	0	0	286.975
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	15,0	2.101.820	0	0	2.101.820
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,0	475.925	0	0	475.925
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,1	926.800	0	19.949	946.749
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,7	942.050	0	34.362	976.412
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,2	1.153.950	3.280	103.705	1.260.935
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,6	388.825	0	0	388.825
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,3	306.250	70.110	0	376.360
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	27,2	950.460	27.101	0	977.561
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,7	7.374.640	39.565	0	7.414.205
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,5	187.650	0	27.022	214.672
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	27,5	824.400	0	98.928	923.328
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue – Pumanque	10,6	265.425	0	38.221	303.646
25A	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,9	196.825	0	25.574	222.399
25B	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,1	452.900	6.478	0	459.378
25C	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,7	442.900	0	0	442.900
25D	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16,8	419.650	2.665	4.378	426.693
25E	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	20,0	499.700	0	0	499.700
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	34,9	873.450	0	31.545	904.995
27	Conexión Huique - Millahue	10,2	167.500	6.650.000	0	6.817.500
28	Conexión El Barco - Peumo	31,3	781.925	45.100	23.863	850.888
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,5	152.906	205.000	18.588	376.494

Fuente: Elaboración Propia

Todos los proyectos estratégicos fueron simulados de manera individual, con el fin de obtener los indicadores de rentabilidad social, que se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO 14.1-2: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Alt	Alternativa	VAN MM$	TIR %	IVAN $	TRI %	Momento óptimo inversión
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	-6.258	-7,5%	-1	-0,2%	2047
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	-18.488	-6,6%	-1	-0,2%	2047
3	Conexión sur Machalí	-2.545	-5,8%	-1	0,0%	2047
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	-10.216	-9,2%	-1	-2,0%	2047
4	Conexión Cachapoal	-5.921	-0,2%	-1	2,2%	2047
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	-318	5,4%	0	6,3%	2028
5a	Conexión Sur Cachapoal	-3.343	-2,2%	-1	1,4%	2047
6	Conexión oriente Tinguiririca	-351.473	-	-8	-53,4%	f.h.e
6b	Variante Morza Conexión oriente Tinguiririca	-43.019	-	-2	-7,5%	2047
7a	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	-2.979	-5,8%	-1	0,0%	2047
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	-5.709	-2,6%	-0,71	1,4%	2047
7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	-7.081	-5,4%	-0,85	0,6%	2047
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	-45.711	-3,7%	-0,70	1,5%	2047
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	**47.239**	**25,3%**	**3,40**	**29,2%**	**2028**
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	-22.539	-4,7%	-0,82	0,8%	2047
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	-16.218	-0,8%	-0,57	2,7%	2047
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	-10.687	2,7%	-0,29	4,3%	2036
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	-10.087	-6,4%	-0,89	0,3%	2047
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	-7.470	-2,2%	-0,68	1,7%	2047
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	-20.906	-3,4%	-0,66	1,5%	2047
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	**402.341**	**18,2%**	**1,90**	**19,9%**	**2028**
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	-5.129	-4,2%	-0,82	0,6%	2047
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	-24.192	-5,7%	-0,90	0,1%	2047
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	-7.055	-3,8%	-0,80	0,8%	2047
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	-344.388	-	-53,11	-373,9%	f,h,e
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	-10.445	-4,2%	-0,78	1,1%	2047
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	-11.906	-7,1%	-0,92	0,1%	2047
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue –	-10.966	-6,1%	-0,88	0,4%	2047

Alt	Alternativa	VAN MM$	TIR %	IVAN $	TRI %	Momento óptimo inversión
	Cancha de Maitén					
25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	-10.903	-3,7%	-0,75	1,4%	2047
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	-26.050	-8,2%	-0,99	-0,4%	2047
27	Conexión Huique - Millahue	-162.574	-3,0%	-0,82	0,2%	2047
28	Conexión El Barco - Peumo	**33.742**	**15,3%**	**1,36**	**16,2%**	**2028**
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	**3.808**	**8,4%**	**0,35**	**9,3%**	**2028**

Fuente: Elaboración Propia. f.h.e.: Fuera del horizonte de evaluación.

Se obtuvieron cuatro proyectos estratégicos que resultan socialmente rentables y cuya implementación debería realizarse en el corto plazo. Destaca en este grupo, tanto por su inversión como por la rentabilidad asociada el proyecto 21, que consiste en una ampliación a doble calzada de la Ruta H-30.

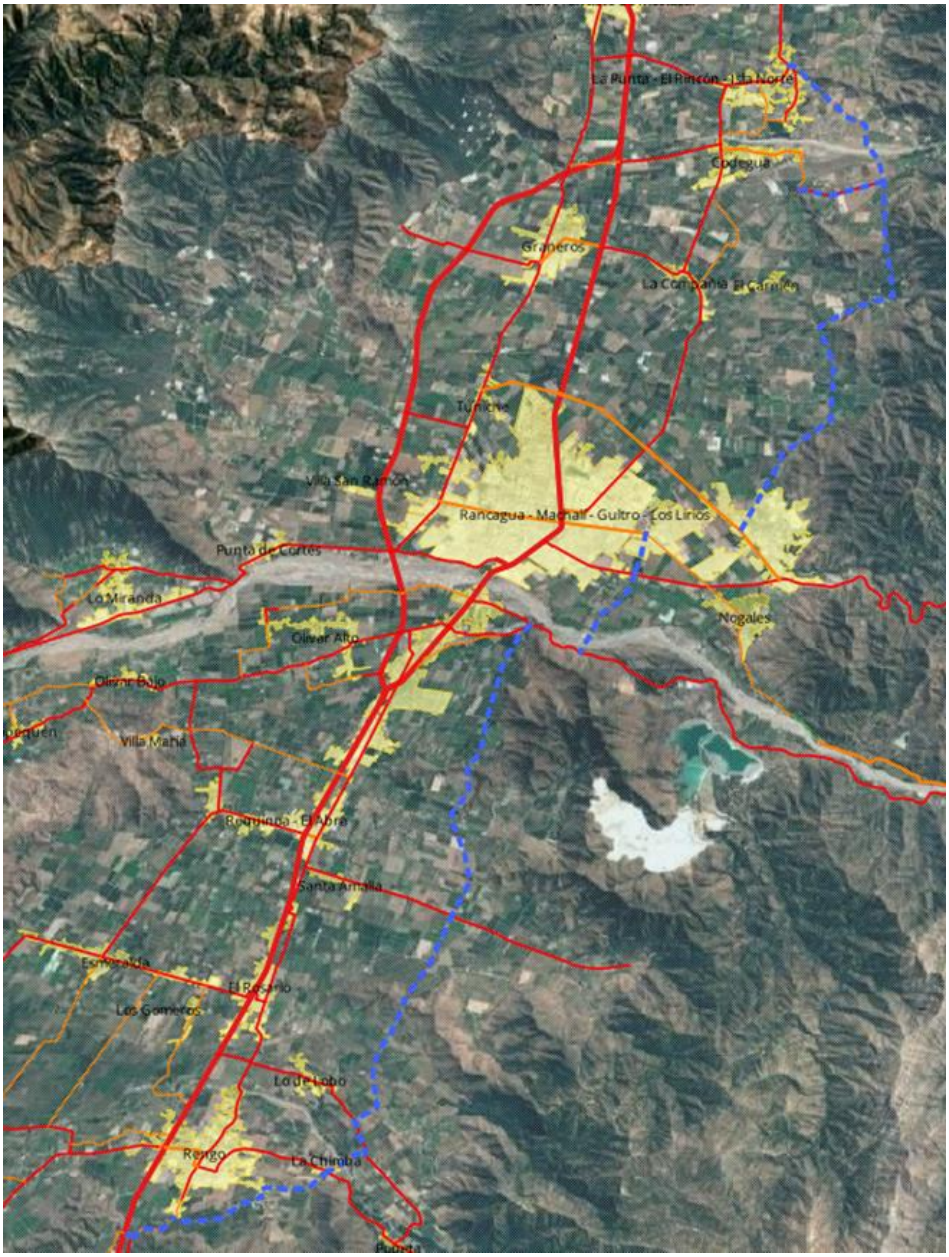
Se revisó si los proyectos 9 y 21, ubicados paralelos a ambos lados del río Cachapoal, competían entre sí por la misma demanda, determinándose que ambos eran socialmente rentables aún cuando el proyecto principal, de ampliación de la Ruta H-30, estuviera implementado.

Finalmente, el conjunto de cuatro proyectos resulta socialmente rentable como plan de inversión, como se muestra más adelante.

Se revisaron las inversiones en otros proyectos estratégicos que presentan beneficios positivos, proponiendo mejoramientos de tramos específicos en estándar de camino básico que permitan proveer la conectividad en los proyectos 12, 13, 14, 25 b, 25c, 25d y 25e.

Se analizó de manera conjunta aquellos proyectos que conformaban alternativas de circulación al eje de la Ruta 5, tanto por el oriente como por el poniente, cuyas inversiones y detalle se presentan a continuación:

FIGURA Nº 14.2-2: PLAN R5 ORIENTE DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

CUADRO 14.1-3: INVERSIONES EN PLAN R5 ORIENTE (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,67	8.640	6.912	1.558
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,78	34.039	27.231	6.873
	Total	68,64	82.417	65.933	18.519

CUADRO 14.1-4: INVERSIONES EN PLAN R5 PONIENTE (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
7A	Proyecto Conexión Olivar – Las Mercedes	3,94	4.329	3.463	998
7B	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	10,08	10.589	8.471	2.202
7C	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	11,48	11.025	8.820	1.764
	Total	25,50	25.943	20.754	4.964

FIGURA Nº 14.2-3: PLAN R5 PONIENTE DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS

Fuente Elaboración propia

Los resultados de la evaluación indican que ninguna de las opciones resulta socialmente rentable, si bien tendría mayores beneficios relativos implementar el eje longitudinal por el oriente de la Ruta 5:

CUADRO 14.1-5: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Plan de Proyectos	VAN MM$	TIR %	IVAN %	TRI %	Momento óptimo inversión
Plan R5 Oriente	-30.290	0,5%	-0,48	3,0%	2047
Plan R5 Poniente	-15.769	-4,2%	-0,80	0,8%	2047

Fuente: Elaboración Propia

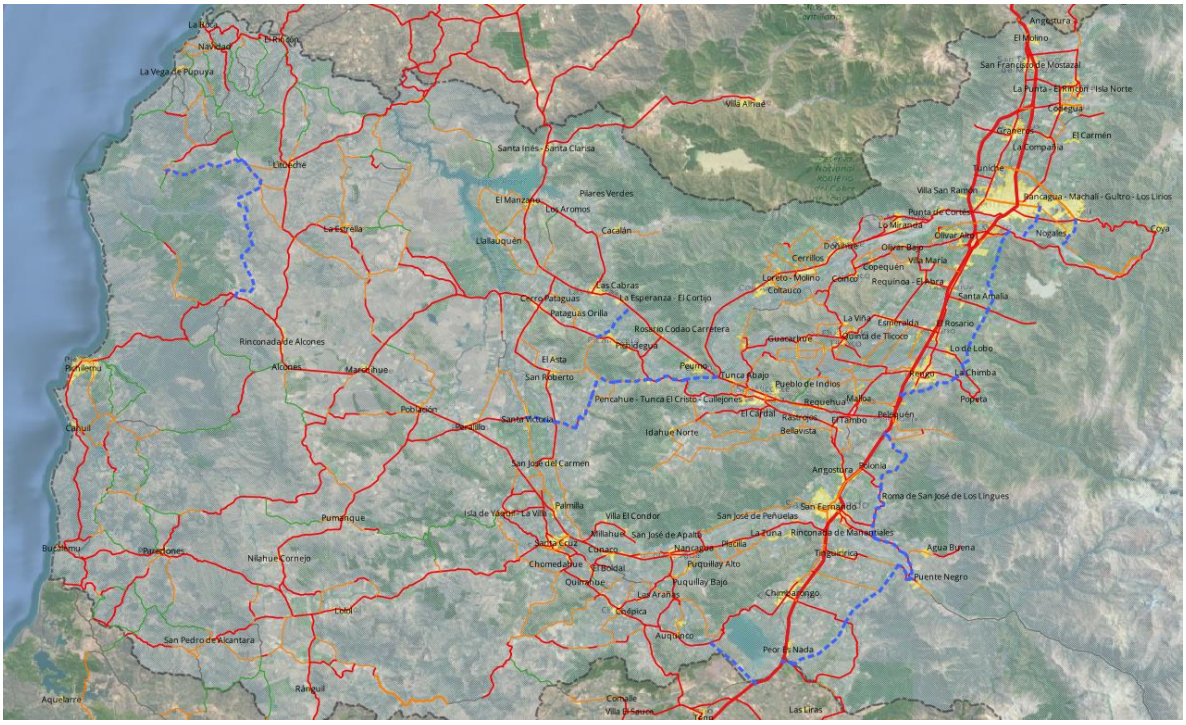
Se construyeron planes considerando algunos proyectos estratégicos que resultaban promisorios y otros que presentaban complementariedad, buscando identificar eventuales sinergias. Un segundo criterio fue buscar incorporar la mayor parte de los proyectos, fueran o no rentables individualmente, descartando solo aquellos que compiten entre sí o son alternativas de solución al mismo problema de conectividad. En el proceso de ajuste, se definieron un total de seis planes cuyas inversiones se detallan a continuación:

CUADRO 14.1-6: INVERSIONES EN PLAN 1 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	5,00	11.625	9.300	3.791
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,80	34.039	27.231	6.873
6	Conexión oriente Tinguiririca	52,90	55.302	44.241	11.188
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
25 a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,87	8.544	6.835	1.917
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	179,45	207.944	166.355	45.821

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 14.2-4: PLAN 1 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



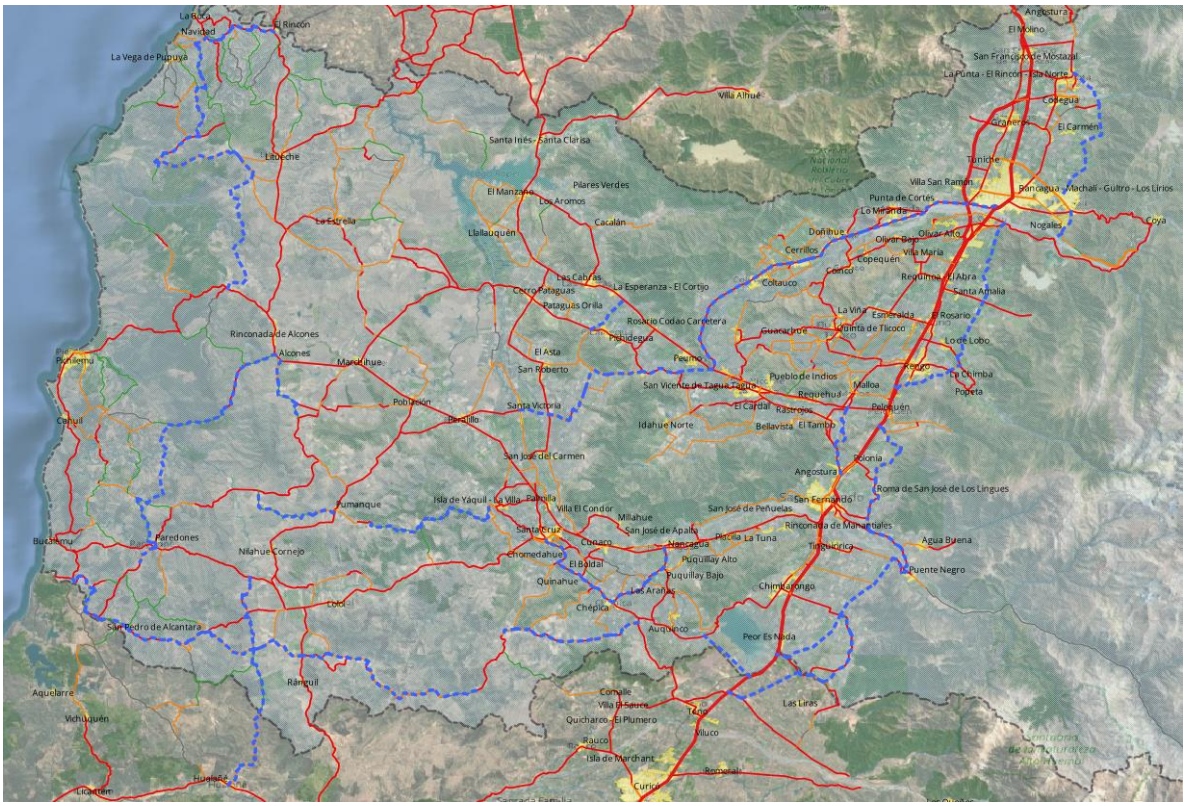
Fuente Elaboración propia

CUADRO 14.1-7: INVERSIONES EN PLAN 2 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
3b	Conexión Machalí – Cachapoal Sur	5,00	11.625	9.300	3.791
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
6	Conexión oriente Tinguiririca	52,90	55.302	44.241	11.188
7c	Conexión poniente Ruta 90 – Ruta 5	22,96	11.025	8.820	1.764
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz – Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,07	36.371	29.097	6.249
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,16	48.441	38.753	10.012
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,55	14.937	11.950	2.390
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,25	14.459	11.567	2.960
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,68	284.829	227.863	45.937
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,51	8.247	6.598	1.901
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	27,48	35.471	28.377	7.804
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue – Pumanque	10,62	11.665	9.332	2.689
25a	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,87	8.544	6.835	1.917
25b	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,12	17.648	14.118	2.883
25c	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,72	17.015	13.612	2.722
25d	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de	16,79	16.392	13.114	2.741

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
	Maitén				
25e	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	19,99	19.197	15.357	3.071
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	34,94	34.767	27.814	6.241
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Calz. Simple	483,0	505.773	404.618	100.239
	Doble calzada	67,7	365.574	292.459	58.857
	Total	550,7	871.347	697.077	159.096

FIGURA Nº 14.2-5: PLAN 2 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



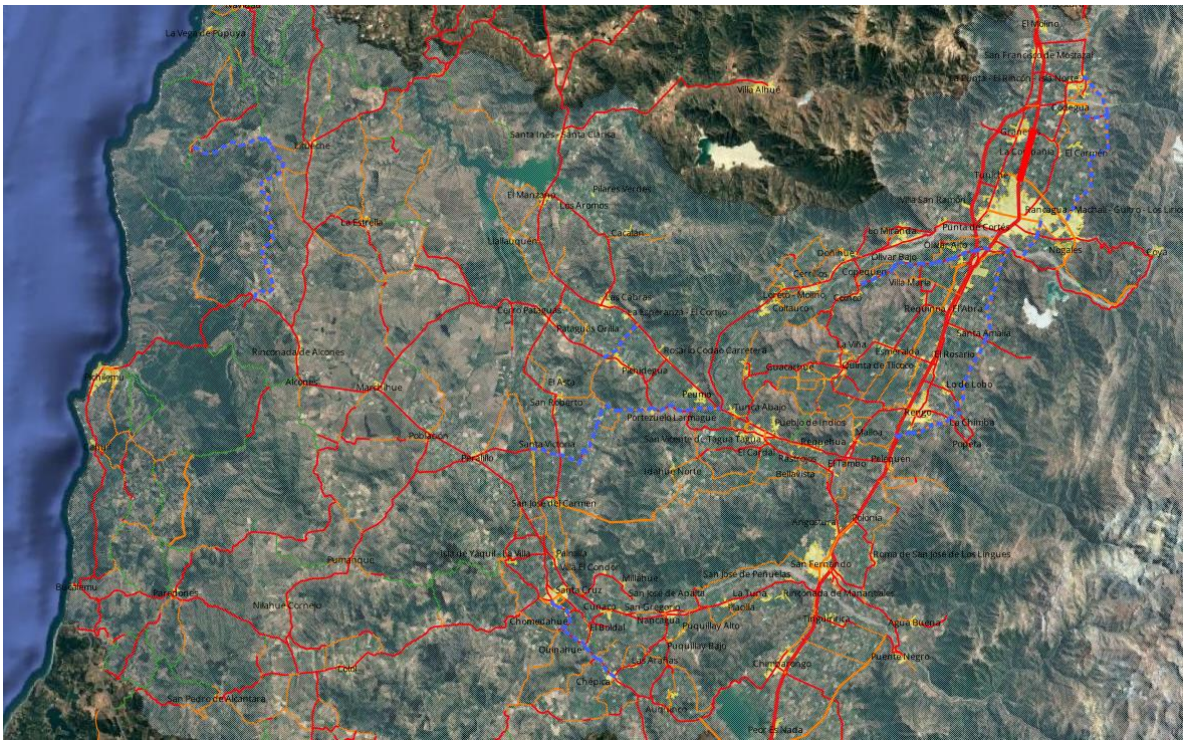
Fuente Elaboración propia

CUADRO 14.1-8: INVERSIONES EN PLAN 5 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,67	8.640	6.912	1.558
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919

9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	178,18	266.108	212.886	51.867

FIGURA Nº 14.2-6: PLAN 5 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

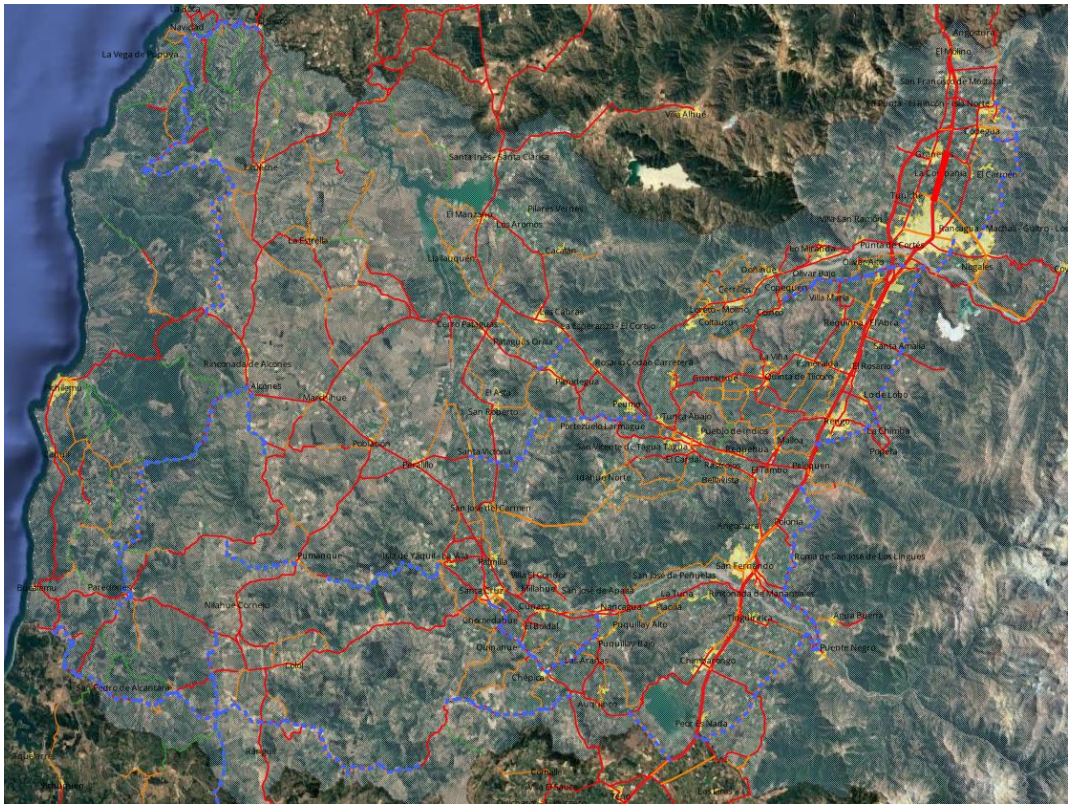
CUADRO 14.1-9: INVERSIONES EN PLAN 6 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
1	Conexión La Punta de Codegua – Carmen Alto	8,67	8.640	6.912	1.558
2	Conexión Oriente Codegua – Machalí	21,78	25.966	20.773	5.540
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
6	Conexión oriente Tinguiririca	52,90	55.302	44.241	11.188
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,07	36.371	29.097	6.249
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,16	48.441	38.753	10.012
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,55	14.937	11.950	2.390
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,25	14.459	11.567	2.960

	Proyecto estratégico	Longitud	Inversión	Inversión	Valor
		Km	Privada	Social	Residual
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,51	8.247	6.598	1.901
23	Proyecto Mejoramiento Ruta I-650 Pumanque – Isla de Yáquil	27,48	35.471	28.377	7.804
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue - Pumanque	10,62	11.665	9.332	2.689
25A	Proyecto Conexión Ruta 5 – Paredones de Auquinco	7,87	8.544	6.835	1.917
25B	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,12	17.648	14.118	2.883
25C	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,72	17.015	13.612	2.722
25D	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16,79	16.392	13.114	2.741
25E	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	19,99	19.197	15.357	3.071
26	Mejoramiento conexión Nilahue del Medio – Hualañé	34,94	34.767	27.814	6.241
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	503,14	604.562	483.650	116.635

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 14.2-7: PLAN 6 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



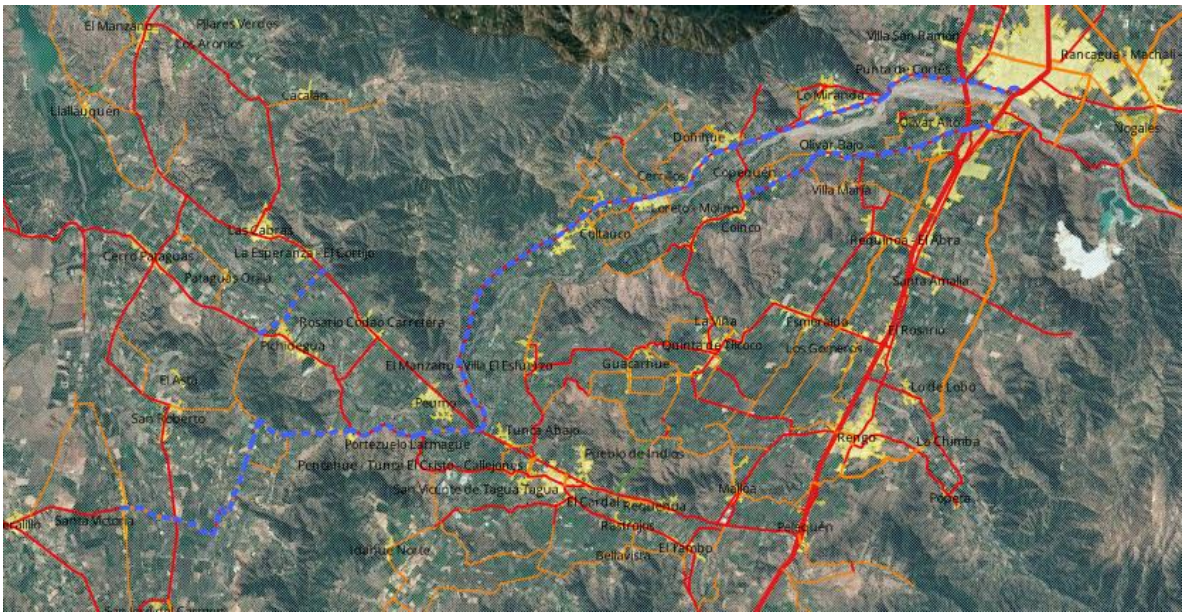
Fuente Elaboración propia

CUADRO 14.1-10: INVERSIONES EN PLAN 8 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,68	284.829	227.863	45.937
28	Conexión El Barco - Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	109,52	350.265	280.212	59.626

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 14.2-8: PLAN 8 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

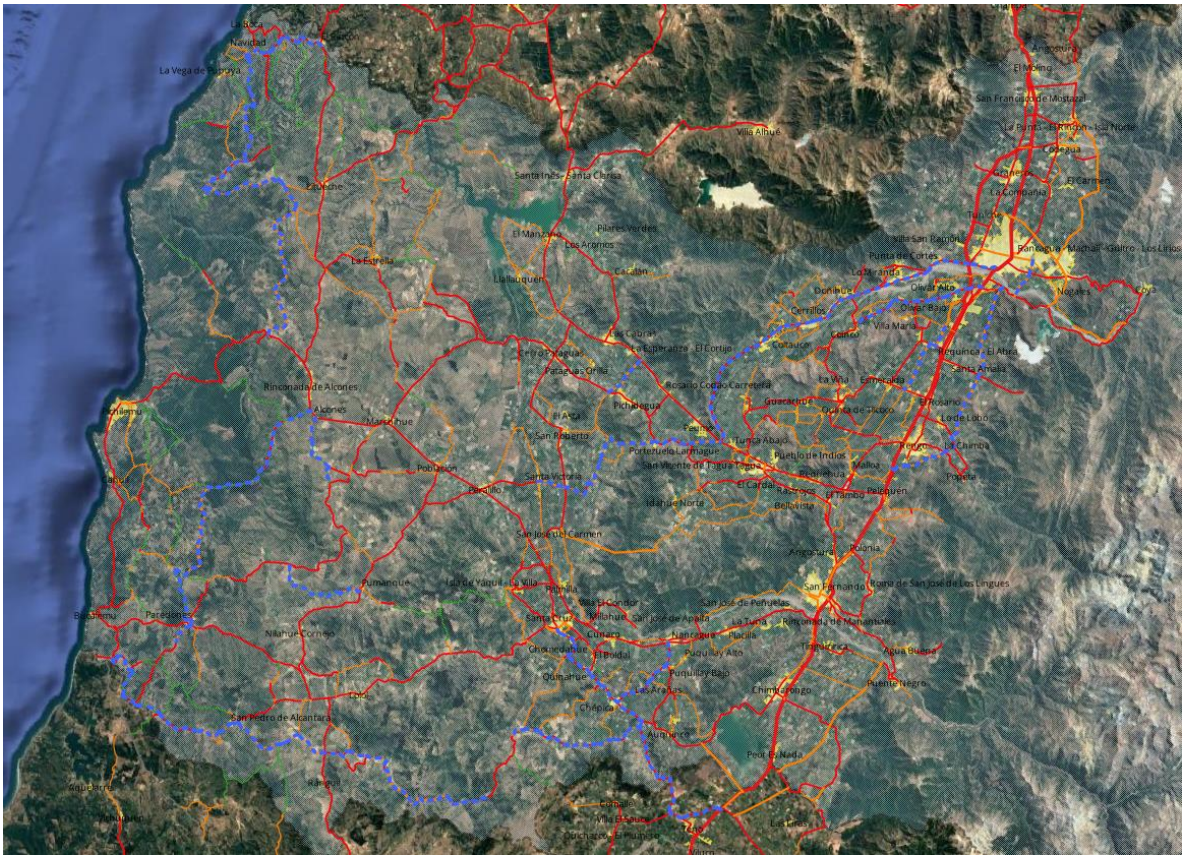
CUADRO 14.1-11: INVERSIONES EN PLAN 9 (MM$ 2024)

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
4	Conexión Cachapoal	5,40	13.772	11.017	4.548
5	Conexión Cachapoal Sur – Rengo	32,79	34.039	27.231	6.873
7b	Proyecto Conexión Las Mercedes – Rosario	10,08	10.589	8.471	2.202
8	Proyecto Ampliación Conexión Santa Cruz - Chépica	15,01	80.745	64.596	12.919
9	Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco - Olivar	19,04	18.283	14.627	2.925
11	Proyecto Conexión Rapel – Topocalma	37,07	36.371	29.097	6.249
12	Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	37,68	37.511	30.008	6.741
13	Proyecto Conexión Alcones – Paredones	46,16	48.441	38.753	10.012
14	Proyecto Conexión Bucalemu – San Pedro de Alcántara	15,55	14.937	11.950	2.390

	Proyecto estratégico	Longitud Km	Inversión Privada	Inversión Social	Valor Residual
15	Proyecto Mejoramiento Conexión Nancagua - Chépica	12,25	14.459	11.567	2.960
16	Proyecto Mejoramiento Ampliación Chépica - Teno	27,16	37.555	30.044	6.259
21	Proyecto Ampliación Ruta H-30	52,68	284.829	227.863	45.937
22	Proyecto Mejoramiento Ruta I-674 Alcones – La Quebrada	7,51	8.247	6.598	1.901
24	Proyecto Mejoramiento Ruta I-610 Nilahue – Pumanque	10,62	11.665	9.332	2.689
25B	Conexión Santa Adriana – Los Callejones	18,12	17.648	14.118	2.883
25C	Conexión Los Tricahues – Las Palmas	17,72	17.015	13.612	2.722
25D	Conexión Santa Teresa de Quinahue – Cancha de Maitén	16,79	16.392	13.114	2.741
25E	Proyecto Mejoramiento Alcántara – Límite Regional	19,99	19.197	15.357	3.071
28	Conexión El Barco – Peumo	31,28	32.688	26.151	6.159
29	Conexión Pichidegua – La Rosa	6,53	14.464	11.571	4.604
	Total	439,41	768.846	615.077	136.787

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 14.2-9: PLAN 9 DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS



Fuente Elaboración propia

El siguiente cuadro presenta los indicadores económicos de corto y largo plazo obtenidos para los planes de inversión.

CUADRO 14.1-12: INDICADORES ECONÓMICOS DE CORTO Y LARGO PLAZO

Plan de Proyectos	VAN MM$	TIR %	IVAN %	TRI %	Momento óptimo inversión
Plan 1	-337.228	-	-2,1	-8,8%	f.h.e.
Plan 2	-127.474	3,6%	-0,20	5,2%	2032
Plan 5	-1.511	5,4%	0,0	6,5%	2028
Plan 6	-500.703	-10,6%	-1,1	-1,3%	f.h.e.
Plan 8	458.788	17,4%	1,7	18,9%	2028
Plan 9	-249.589	1,1%	-0,4	3,5%	2043

Fuente: Elaboración Propia

El plan 8, compuesto por los proyectos estratégicos que resultaron rentables es, en conjunto, también ampliamente rentable por lo que se debería avanzar en su implementación. El resto de los planes no resulta socialmente rentable, aunque el Plan 5 se encuentra muy cercano al umbral de rentabilidad.

14.3 Plan de Inversiones

En el capítulo 10 se analizó el presupuesto MOP y en particular el de la región de O'Higgins, estimándose que la disponibilidad presupuestaria para proyectos viales estaría entre 15.000 y 25.000 MM$ anuales. Este presupuesto no contempla desarrollar proyectos mediante el mecanismo de Concesiones, condicionante que podría ser revisada en función del potencial interés privado en desarrollar algunos proyectos.

Por otra parte, se generó y evaluó una cartera que involucra inversiones por más de 1.260.000 MM$, en más de 30 proyectos estratégicos. Se analizaron planes de proyectos que contenían el conjunto de proyectos de mejor rentabilidad social y obras complementarias, resultando preferible la implementación del Plan 8, con una inversión total de 350.000 MM$ equivalentes a más de 15 años de inversión sectorial en obras viales.

Este plan está compuesto por todas las iniciativas que resultaron socialmente rentables y mejora la conectividad desde Ruta 5 al poniente de la Región, estructurado en una doble calzada en la Ruta H-30, el mejoramiento de la conectividad entre Coinco y El Olivar, y proyecciones hacia Peumo y Pichidegua. Se agrega además un proyecto que es prácticamente rentable como lo es la Conexión Cachapoal Sur-Rengo (TIR=5.4%).

Se plantearon además iniciativas de cambio de estándar en tramos de vías mediante el programa de caminos básicos, que permitirían mejorar la conectividad en diversos sectores con una inversión estimada en 52.000 MM$. Estos proyectos configuran vías longitudinales y transversales en el tramo central de la región y hacia el sector costero.

Se propone un plan de inversiones estructurado en quinquenios. Se ha mantenido la prioridad de los proyectos estratégicos analizados, en términos de su momento óptimo de inversión. No obstante, la inversión asociada a la doble calzada de la ruta H-30 requerirá incrementar de manera importante el presupuesto sectorial o explorar la opción de financiar las obras mediante el mecanismo de concesiones de modo de poder ejecutar estas inversiones y resto de proyectos identificados además de otras iniciativas de la Dirección de Vialidad Regional como reposición de vías, de puentes, mejoramientos y otros caminos básicos, etc.

Se han incorporado estimaciones de los estudios a desarrollar, que en el caso de los proyectos de ingeniería requeridos son del 5% del valor de las obras.

El detalle del plan de inversiones se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO 14.3-1: PROPUESTA PLAN DE INVERSIONES

Proyecto Estratégico	Item	Inversión MM$	Inversión por período MM$		
			2031-2035	2036-2040	2041-2045
Conexión Cachapoal Sur – Rengo	Proyectos de ingeniería	1.702	1.702		
	Obras	34.039	34.039		
Proyecto Conexión Topocalma – Ruta 90	Proyectos de ingeniería	698	698		
	Obras	13.952	13.952		
Proyecto Conexión Alcones – Paredones	Proyectos de ingeniería	827	827		
	Obras	16.536	16.536		
Proyecto Mejoramiento Conexión Coinco – Olivar	Proyectos de ingeniería	914	914		
	Obras	18.283	18.283		
Proyecto Ampliación Ruta H-30	Proyectos de ingeniería	14.241	14.241		
	Obras	284.829		99.690	185.139
Conexión El Barco – Peumo	Proyectos de ingeniería	1.634		1.634	
	Obras	32.688		32.688	
Conexión Pichidegua – La Rosa	Proyectos de ingeniería	723	723		
	Obras	14.464	14.464		

Proyecto Estratégico	Item	Inversión MM$	Inversión por período MM$		
			2031-2035	2036-2040	2041-2045
Conexión Cachapoal	Proy. de ingeniería/pref	689	689		
	Obras	13.772	13.772		
Eje O-P hacia la costa (al sur de la región)	Proyectos de ingeniería	1.056	528	528	
	Obras	21.128	10.564	10.564	
Total		**472.175**	**141.932**	**145.104**	**185.139**
Promedio gasto anual			**28.386**	**29.021**	**37.028**

Fuente: Elaboración propia.

Se ha supuesto un aumento progresivo en el nivel de inversión sectorial, asociado principalmente a la incidencia del proyecto de ampliación de la ruta H-30. Por otra parte, se ha priorizado para el primer quinquenio la ingeniería del proyecto de ampliación, las obras de inversiones menores en conectividad (proyectos Conexión Cachapoal Sur – Rengo, Conexión Cachapoal, Conexión Topocalma – Ruta 90, Conexión Alcones – Paredones y Eje O-P hacia la costa) y la inversión del mejoramiento entre Coinco – Olivar, considerando que permitiría absorber parte del flujo derivado durante las obras de ampliación de la ruta H-30.

FIGURA Nº 14.3-1: PLAN DE INVERSIONES PROPUESTO

Las iniciativas señaladas consideran casi 53 km de ampliación a doble calzada, 100 km de caminos básicos y 95 km de mejoramiento incluyendo aperturas/puentes/mejoras geométricas representando una inversión total de casi MM$ 450.000.

14.4 Recomendaciones

Uno de los aspectos relevantes del presente estudio correspondió al análisis de los caminos básicos de la región. Si bien se realizó un levantamiento de información de tránsito y se recorrió una parte importante de la vialidad secundaria regional, es necesario observar la existencia de discrepancias entre la información de tipo de carpeta y lo existente efectivamente en terreno. La información del Departamento de Gestión Vial no coincide tampoco con los registros de obras que mantiene la Dirección Regional de Vialidad, por lo que existen rutas con pavimentos básicos o estructurales que no están registrados de esa forma en el inventario vial. Es por esto que resulta necesario corregir esta situación (ya sea con un trabajo a nivel interno o con el apoyo de una consultoría) tendiente a determinar las condiciones reales de toda la red vial regional, especialmente en el caso de caminos secundarios, con el fin de contar con una base adecuada para programar inversiones de mejoramiento y planificar las necesidades de mantenimiento vial. Sería importante además completar el enrolamiento de todas las vías que se encuentran bajo tuición de la Dirección de Vialidad.

Se ha planteado también la necesidad de mejorar el estándar de rutas que cuentan actualmente con pavimento básico, asociado a vías secundarias y flujos locales, por un mejoramiento geométrico considerando pavimento estructural dado que están soportando demandas mayores y cumplen roles de conectividad intercomunal.

Adicionalmente, se observan algunas rutas con tráficos importantes, de carácter estructurante para la región como las rutas 66 y 90, que cuentan con proyectos de inversión que deben seguir implementándose. También se detectó una serie de vías cuya capacidad podría verse superada en el mediano plazo dado que hoy cumplen un rol de soporte a la conectividad urbana en distintas conurbaciones de la región, para las cuales se recomienda desarrollar análisis específicos.

Respecto de la propuesta de plan de inversiones generada se recomiendan las siguientes acciones a implementar:

- Desarrollar los estudios de ingeniería asociados a los proyectos estratégicos, siguiendo el ordenamiento propuesto en el plan de inversiones.

- Priorizar las inversiones en los proyectos estratégicos indicados, particularmente en el caso en que se contemple financiamiento sectorial/regional y sean materializados como tramos de rutas.

- Avanzar en el mejoramiento de estándar de algunos tramos de rutas mediante caminos básicos, que permitirían generar conectividades longitudinales en la zona centro y costera, según la propuesta de proyectos de menor estándar.

- Analizar la factibilidad de implementar la ampliación de la ruta H-30 mediante concesión de obra pública, principalmente por su incidencia en las capacidades de financiamiento sectorial.

14.5 Información georreferenciada

A partir de los antecedentes disponibles para la región de O'Higgins, se elaboró una geodatabase, utilizando como información de base archivos en formato shapefile (shp). A partir de estos shp es posible conocer la estructura de la información contenida y asimismo crear las nuevas coberturas, (feature class), que permite mostrar de manera ordenada y geolocalizada la información del proyecto dentro de la gdb, conservado la estructura e información original.

Se incorpora en formato tabla la información completa de la tabla TMDA asociado a cada modelación. Además, se generan nuevos feature class dentro de la gdb a partir de la información de los campos nodoA y nodoB de la tabla TMDA_maule y los campos nodoA_nodo y nodoB_nodo de las coberturas planxx.shp, resultando las coberturas planXX_TMDA.

En ArcGIS 10.5 se creó la estructura de trabajo que permite elaborar y ordenar la información dentro de una geodatabase, donde se trabaja con información vectorial (coberturas en líneas, puntos o polígonos, dependiendo del tipo de información disponible). Se trabajó en un sistema de referencia WGS 84 UTM 19 S.

Lo anterior está disponible en el anexo 14-1.