

**INGEROP-GHISOLFO S.A.
AFFAIRE CC105300
PEDREGOSO**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN VIAL
RIBERA NORTE LAGO VILLARRICA PEDREGOSO – PUCÓN
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

MEMORIA

Revisión	2
-----------------	----------

Prepara			
Iniciales	Nombre	Fecha	Observación
AMS	Andrés Moris	30-09-2016	

Edita			
Iniciales	Nombre	Fecha	Observación
NHZ	Nolberto Hernández	30-09-2016	

Revisa			
Iniciales	Nombre	Fecha	Observación
ENG	Elsa Navas	30-09-2016	

Aprueba			
Iniciales	Nombre	Fecha	Observación
FGO	Francisco Ghisolfo	30-09-2016	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN VIAL
RIBERA NORTE LAGO VILLARRICA PEDREGOSO – PUCÓN
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

MEMORIA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	3
3	DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL.....	4
3.1	CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	5
3.2	CONSIDERACIONES SOBRE PUEBLOS ORIGINARIOS.....	6
3.3	DESARROLLO URBANO	6
3.4	INFRAESTRUCTURA VIAL	6
4	ETAPA 1: “INFORME DE DIAGNÓSTICO PRELIMINAR”	7
4.1	DEFINICIÓN ÁREA DE ANÁLISIS.....	7
4.2	PROPOSICIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS.....	9
4.2.1	PARÁMETROS DE DISEÑO	9
4.2.2	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS	10
4.2.3	Presupuesto	21
5	ETAPA 2: “ESTUDIOS DE BASE”	22
5.1	ESTUDIOS DE BASE.....	22
5.1.1	Medición de Flujos Vehiculares.....	23
5.1.2	Encuestas Origen / Destino	28
5.1.3	Análisis Flujos Vehiculares vs Plan Nacional de Censos.....	31
5.1.4	Estudio de Preferencias Declaradas	35
5.1.5	Medición de Velocidades	36
5.1.6	Longitud de Cola.....	38
5.2	ESTUDIO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS.....	42
5.2.1	Topografía	42
5.2.2	Geotecnia y Mecánica de Suelos Preliminar	43
5.2.3	Riesgos Volcánicos	51
5.2.4	Restituciones Aerofotogramétrica Escala 1:5.000	53
5.3	ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL.....	54
5.3.1	Estimación de Requerimientos de Conexión Vial	54
5.3.2	Análisis Para la Elección del Perfil Tipo	54
5.3.3	La Velocidad de Proyecto VP	54
5.3.4	El Perfil Tipo	56
5.3.5	Perfil Tipo Propuesto	57
5.3.6	Velocidad de Diseño	59
5.3.7	Descripción de Corredores	59
5.3.8	Montos de Inversión y Costos de Conservación.....	71
6	ETAPA 3: “ESTUDIO DE ALTERNATIVAS”	72
6.1	DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS	72
6.2	EVALUACIÓN SOCIAL.....	77
6.2.1	Modelo de Asignación.....	77
6.2.2	Periodización	77
6.2.3	Red de Transporte.....	78
6.2.4	Caracterización de la red	81
6.2.5	Calibración.....	82
6.2.6	Resultados de Modelación.....	84
6.2.7	Evaluación Preliminar de Alternativas	85
6.3	EVALUACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL	87
6.4	EVALUACIÓN MULTICRITERIO	89
7	ETAPA 4: “INGENIERÍA BÁSICA Y PREDISEÑOS A NIVEL DE ANTEPROYECTOS”	93
7.1	CAMINOS.....	93
7.2	DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	98
7.3	INTERSECCIONES	99
7.4	DEFENSAS FLUVIALES PARA EL CAMINO	99
7.5	CICLOVÍA	100
7.6	PARADEROS Y MIRADORES	100
7.7	CORTES Y TERRAPLENES	101
7.8	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADOS MECÁNICAMENTE (TEM).....	101
7.9	SEGURIDAD VIAL	102
7.10	PUENTES.....	103
7.10.1	Puente Salva tu Alma en el Dm. 17.140,000.....	103

7.10.2	Puente El Suizo en el Dm. 27.340,000.....	105
7.10.3	Puente Plata en el Dm. 35.860,000	106
7.10.4	Puente Pitracó en el Dm. 39.620.000.....	107
7.10.5	Puente Liucura en el Dm.43.760,000	107
7.11	Cantidades de Obras y Presupuesto a Serie de Precios Unitarios	108
8	ETAPA 5: "EVALUACIÓN ECONÓMICA"	111
8.1	TASAS DE CRECIMIENTO DE FLUJO VEHICULAR	111
8.2	ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS.....	114
8.3	VALORIZACIÓN SOCIAL DE LA INVERSIÓN	114
8.4	INDICADORES ECONÓMICOS	122
8.4.1	Análisis de Sensibilidad	124
8.5	ANÁLISIS DE TMDA EN SECTOR PUCÓN.....	124
8.6	plan de proyecto	129
8.6.1	Estructura de Descomposición del Proyecto (EDP)	132
8.6.2	Costos de Inversión	132
8.6.3	Solicitudes de la Comunidad.....	134
8.6.4	Análisis de Riesgos	136
8.6.5	Recomendaciones Ambientales.....	136
8.7	Definición de Temas a Incluir en las Bases de Contratación de Futuros Estudios de Ingeniería	138
9	ETAPA 6: "INFORME FINAL"	140
10	CONCLUSIONES.....	140

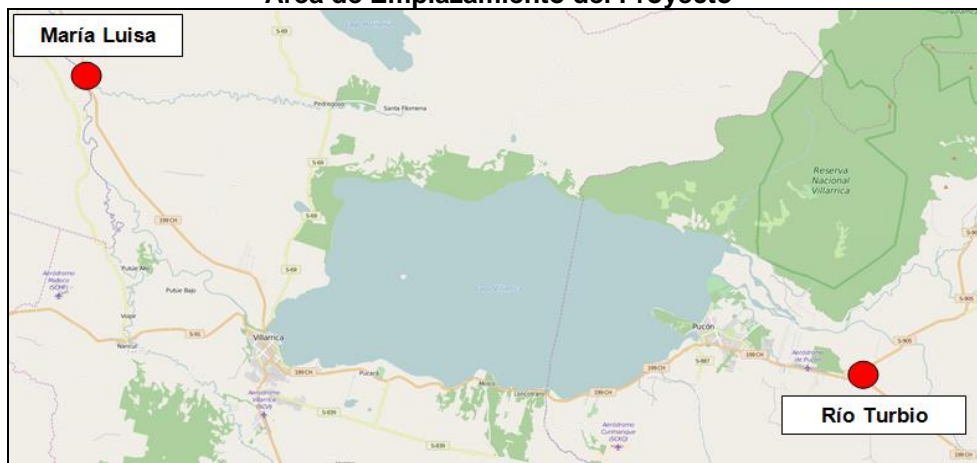
1 INTRODUCCIÓN

El “Estudio de Prefactibilidad Construcción Conexión Vial Ribera Norte Lago Villarrica Pedregoso – Pucón, Región de La Araucanía” fue encargado por la Dirección de Vialidad (DV) del Ministerio de Obras Públicas a la empresa consultora INGEROP - GHISOLFO S.A., según Resolución DV N° 798 fechada en Santiago de Chile el día 29 de octubre de 2014 tramitada en Oficina de Partes de la Dirección de Vialidad el día 24 de noviembre de 2014.

La Dirección de Vialidad, del Ministerio de Obras Públicas, consciente de la necesidad de contar con una red vial adecuada a los planes de desarrollo del país, consideró necesario la realización del estudio de Prefactibilidad “Construcción Conexión Vial Ribera Norte Lago Villarrica Pedregoso – Pucón, Región de La Araucanía”. Este estudio de Prefactibilidad buscaba conocer la conveniencia técnica, económica, social, territorial y ambiental de materializar una alternativa de conexión vial por la ribera norte del Lago Villarrica entre las comunas de Villarrica (sector María Luisa) y Pucón (sector Río Turbio), ambas pertenecientes a la provincia de Cautín, Región de la Araucanía.

La conexión estudiada no solo tiene relevancia como posibilidad de conexión entre las comuna de Villarrica y Pucón, sino que además se encuentra directamente relacionada con la concreción de una circunvalación al Lago Villarrica, permitiendo generar una variante de conexión a la ruta internacional 199-CH al actual trazado de la ruta y potenciar además la Red Interlagos. Por todo lo anterior, el estudio analizó varias alternativas de trazado en el área comprendida por la ribera norte del lago Villarrica.

Figura N° 1
Área de Emplazamiento del Proyecto



Fuente: Elaboración propia sobre cartografía de <https://www.openstreetmap.org>

2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo principal consistió en desarrollar un estudio de Prefactibilidad que permitiera analizar y evaluar desde una óptica multisectorial distintas alternativas de conexión vial por la ribera norte del lago Villarrica entre el sector de María Luisa en la comuna de Villarrica y el sector de río Turbio en la comuna de Pucón. Dicha conexión deberá

potenciar la Red Interlagos y proveer de una nueva conexión con la ruta internacional 199-CH.

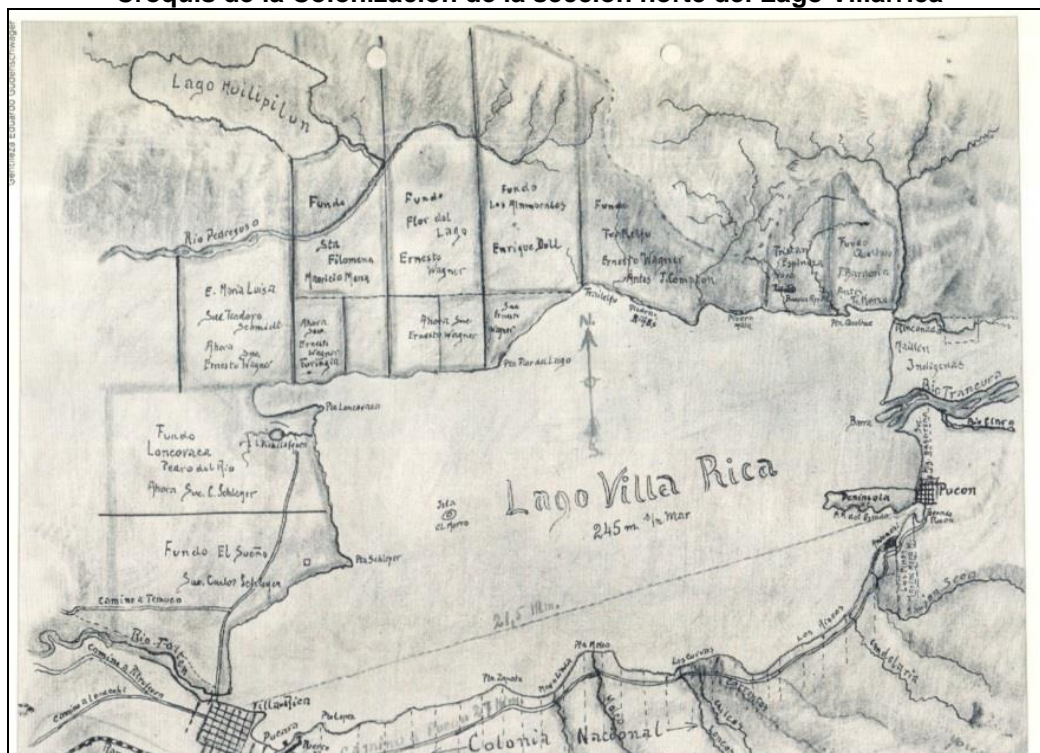
3 DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL

El lago Villarrica no cuenta con conexión vial en su ribera norte, lo que contrasta con la ribera sur entre las ciudades de Villarrica y Pucón que se conectan a través de la ruta 199-CH. La ribera sur se encuentra totalmente ocupada con instalaciones asociadas al turismo y segundas viviendas, con una intensa actividad en época estival.

La razón de esta falta de conexión no debe buscarse en condicionantes geográficas, como ocurre en otros lagos similares, sino en la estructura de propiedad de los terrenos en la ribera norte y tipo de ocupación, que ha impedido la materialización de la conectividad.

En cuanto a la estructura propietaria, vale la pena mirar un plano a nivel de croquis, elaborado en 1939, que muestra la estructura de propiedad de la tierra a ambos lados del peñón que se mantiene similar en la actualidad.

Figura N° 2
Croquis de la Colonización de la sección norte del Lago Villarrica



Fuente: Otto Gudenschawer, 1939

Sin perjuicio de lo anterior, en cuanto a obstáculos geográficos, hay un peñón que forma parte de los cerros de Quelhue, que restringe un tramo de 12 km, en que la única alternativa de paso está dada por el borde del lago, aproximadamente donde se ubica una huella para caballos.

Figura Nº 3
Sector Peñón cerros de Quelhue



Fuente: Visita técnica equipo Consultor (septiembre de 2014)

3.1 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

La actividad económica más relevante en el área de influencia está ligada al turismo, en varias formas: receptivo (hoteles o resorts); segunda vivienda, ambas en la ribera sur del lago Villarrica; de aventura, mediante descensos del río Pucón en balsas y ascensos al volcán Villarrica y ski en el centro de ese nombre en los faldeos del macizo.

Pucón y Villarrica presentan una importante oferta de alojamientos, en Pucón además se encuentra un casino de juegos de azar. A lo largo de la ruta hasta Caburga se extiende la oferta de alojamiento, con una buena cantidad de centros termales.

Figura Nº 4
Instalaciones turísticas ribera sur del Lago Villarrica ¹



Fuente: Visita técnica equipo Consultor (septiembre de 2014)

Mediante visita a terreno se observó hacia el interior de los valles, más nunca en las riberas, actividad forestal, en explotación activa tanto hacia el norte del lago como los valles al sur oriente hacia Curarrehue. También se observó ganado vacuno de aptitud lechera, siempre en los valles interiores.

¹ Se observa cercano a la ribera el hotel 5 estrellas Villarrica Park-Lake

3.2 CONSIDERACIONES SOBRE PUEBLOS ORIGINARIOS

Con relación a la presencia de pueblos originarios, en la ribera norte del lago Villarrica existe una reserva ubicada en la parte nor-oriental del lago, en la Reserva Nacional Villarrica o Hualalafquén, sector Quelhue.

3.3 DESARROLLO URBANO

Villarrica y Pucón son urbes consolidadas, que forman una conurbación entre ellas y por el borde costero, se observa desarrollo urbano hacia las laderas al sur de la ruta 199-CH debido a la intensa ocupación del borde lacustre mismo y que no acepta nuevos desarrollos.

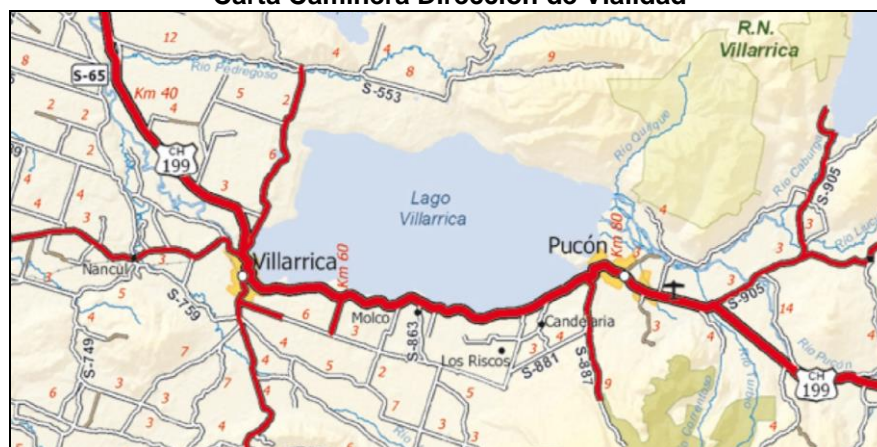
3.4 INFRAESTRUCTURA VIAL

La infraestructura vial en la zona de estudio se podría clasificar según su ubicación geográfica y estado de la carpeta de rodado.

En la zona nor-poniente del Lago Villarrica se observan estándares mixtos. En las áreas más cercanas a la ruta 199-CH se cuenta con una red vial con plataformas anchas (7 metros) bidireccionales y con carpetas de rodado en estado bueno y regular.

Al acercarse más al sector central de la ribera norte del lago Villarrica los caminos se transforman en huellas con plataformas del orden de los 4 a 5 metros de ancho con carpetas granulares de estado mayormente regular y con obras de saneamiento menores.

Figura Nº 5
Carta Caminera Dirección de Vialidad



Fuente: Carta Caminera 2013 MOP

Por otra parte en el sector nororiente del lago Villarrica las condiciones son bastante distintas. Solo existen huellas con anchos que en ningún caso superan los 4 metros con carpetas granulares en estado de conservación y obras de drenaje y saneamiento bastante precarias.

4 ETAPA 1: “INFORME DE DIAGNÓSTICO PRELIMINAR”

Esta etapa tuvo como objetivo desarrollar un análisis integral del territorio (marco territorial) y un diagnóstico del área de estudio, identificando elementos del medio ambiente físico, biológico, del ordenamiento del territorio, de los sistemas de transporte y actividades, y prioridades o expectativas de la comunidad organizada, identificando los conflictos presentes y las necesidades futuras de infraestructura vial, proponiendo las alternativas a estudiar.

Se contempló dentro de las actividades de esta etapa, la entrega de un Informe Preliminar, el cual consistió en una descripción general del sector y de las rutas existentes. Junto con ello, se realizó un análisis general de las alternativas de solución. Para tal efecto, se recopilaron y analizaron todos los antecedentes que se disponían en la Dirección de Vialidad Nacional y Regional, así como también otras entidades que tenían información relacionada con el tema del estudio. Se identificaron elementos del medio físico, biológico y humano, así como identificación de beneficios y flujos que aporten elementos para la evaluación de la inversión.

Es esta etapa se pretendió recopilar preliminarmente toda la información necesaria que permitiese detectar múltiples alternativas, para luego y con los antecedentes que aportara la etapa posterior se pudieran descartar con argumento aquellas menos viables.

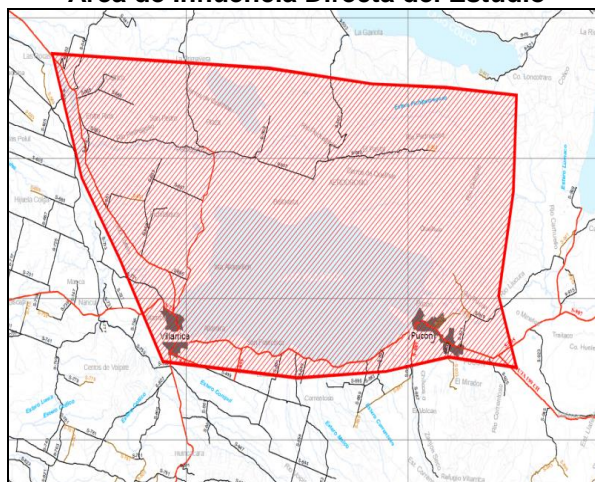
4.1 DEFINICIÓN ÁREA DE ANÁLISIS

A partir de los antecedentes analizados es posible vislumbrar y definir tanto el área de influencia directa como indirecta del proyecto. Para ello se consideró cruzar la información de los límites propuestos por las distintas especialidades, teniendo en consideración las siguientes premisas:

- **Área de Influencia Directa del Estudio:** Esta área corresponde a aquella extensión geográfica que se verá afectada directamente por la construcción del proyecto. Esta influencia abarca distintos estratos de análisis entre los que se destacan:
 - **Físicos y Ambientales:** posibles modificaciones en el terreno producto del trazado del proyecto. Cortes, terraplenes, muros de contención, entre otros.
 - **Demográficos:** eventuales alteraciones en la estructura demográfica, con motivo de posibles reubicaciones debido a expropiaciones, cambio en el valor del suelo, entre otros.
 - **Económicos:** probables modificaciones en la organización productiva, debido a que el proyecto puede fomentar algunas actividades (turismo, agrícola, silvícola, entre otros).
 - **Transporte:** posible alternación en la estructura de los viajes tanto de personas como de cargas debido a la habilitación del proyecto.

Es decir el área de influencia directa debe incluir toda una extensión geográfica en la que el proyecto eventualmente modifique de manera endógena su estructura actual.

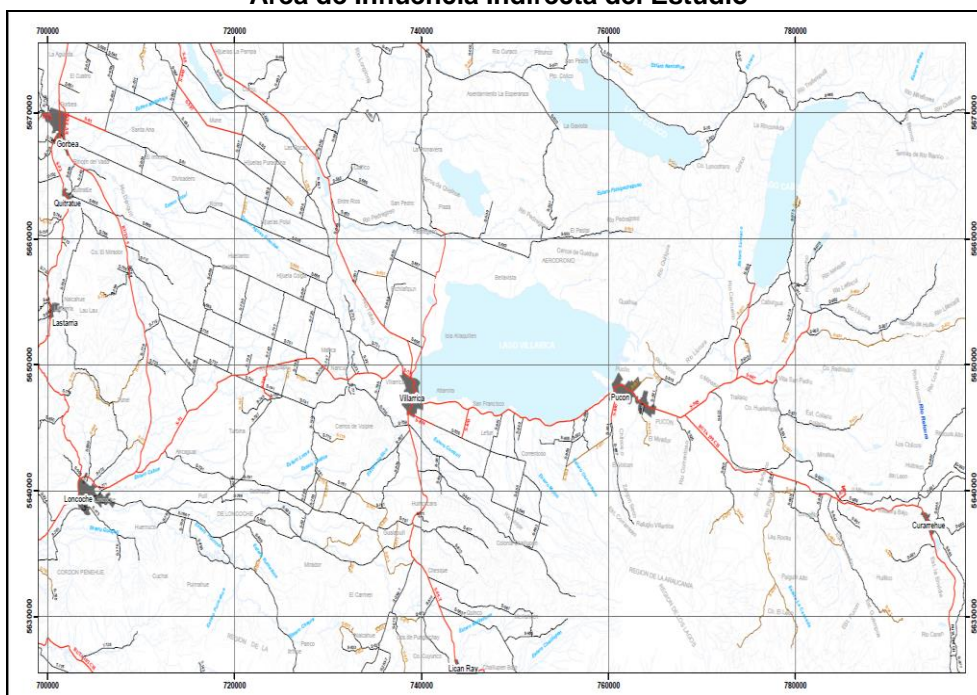
Figura N° 6
Área de Influencia Directa del Estudio



Fuente: Elaboración Propia en base a Carta Caminera de Vialidad MOP 2013

- **Área de Influencia Indirecta del Estudio:** Corresponde a aquella zona geográfica que sería probablemente afectada por el proyecto de manera tangencial. Esta zona está más relacionada con temas económicos y de transporte, considerando la extensión geográfica que acoge a aquellas rutas que permiten desarrollar los viajes, que eventualmente pueden sufrir cambios en sus elecciones rtales producto de la implementación del proyecto.

Figura N° 7
Área de Influencia Indirecta del Estudio



Fuente: Elaboración Propia en base a Carta Caminera de Vialidad MOP 2013

4.2 PROPOSICIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS

4.2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

La proposición preliminar de alternativas fue apoyada en cartografía IGM escala 1:50.000.

Con la finalidad de definir los parámetros que debe cumplir la actual conexión como los nuevos trazados se recuerda la normativa existente al respecto.

Según la Clasificación Funcional definida por la Dirección de Vialidad los caminos se clasifican en:

Carreteras:	Autopistas	(A)
	Autorrutas	(A)
	Primarias	(B)
Caminos:	Colectores	(C)
	Locales	(D)
	De Desarrollo	(E)

Esta clasificación tiene validez al interior de la Dirección de Vialidad en todo lo relativo a la definición de estándares de diseño.

El diseño geométrico debe realizarse en consideración a la Clasificación Funcional, para lo cual se debe cumplir con lo señalado en tablas 3.103.3A “Características Típicas de las carreteras y caminos según clasificación funcional”, Tabla 3.202.5A “Parámetros de diseños mínimos en planta y alzado” y tabla 3.201.5C “Cuadro resumen de anchos de plataforma en terraplén y de sus elementos a nivel de rasante”, que se adjuntan en el presente capítulo.

En consideración a las características de los caminos existentes, todos ellos corresponden en la actualidad a caminos Locales y de Desarrollo. La Sección Transversal que se les asocia debe permitir el cruce de un vehículo liviano y un camión a velocidades tan bajas como 10 km/h y la de dos camiones, estando uno de ellos detenido, según se indica en el capítulo 3.300 Vol. N° 3 del MC.

Las velocidades referenciales de proyecto son:

- Terreno Favorable 50 y 40 km/h.
- Terreno Difícil 30 km/h.

Se empleó la tabla 3.201.5A del MC-V3 que define los parámetros geométricos mínimos empleados en el diseño en planta y alzado.

En virtud a los estudios de tránsito y la proyección de éste, para todos los tramos se han tomado las mismas consideraciones; las que principalmente se refieren a:

- **Clasificación Funcional**

Todas las alternativas estudiadas tienen las mismas características funcionales.

- **Velocidad de Diseño**

La velocidad de diseño para las rutas en estudio son concordantes con a las del actual emplazamiento.

Para los caminos existentes se mejoran las curvas que no permiten una velocidad de al menos 30 km/h, salvo casos muy justificados.

Los trazados nuevos se diseñan para una velocidad de 60 km/h y en casos que la geometría lo permita de 80 km/h. En casos puntuales puede dejarse curvas para 30 km/h debidamente señalizadas.

- **Plataforma**

En virtud a las características de los caminos existentes, el tránsito supuesto y las condiciones del terreno se propone una calzada pavimentada de 7,0m y bermas de 2,0m y SAP de 0,5m. Se propone una carpeta de rodado asfáltico, de tal modo de no perder la inversión de la infraestructura en consideración a las lluvias de la zona.

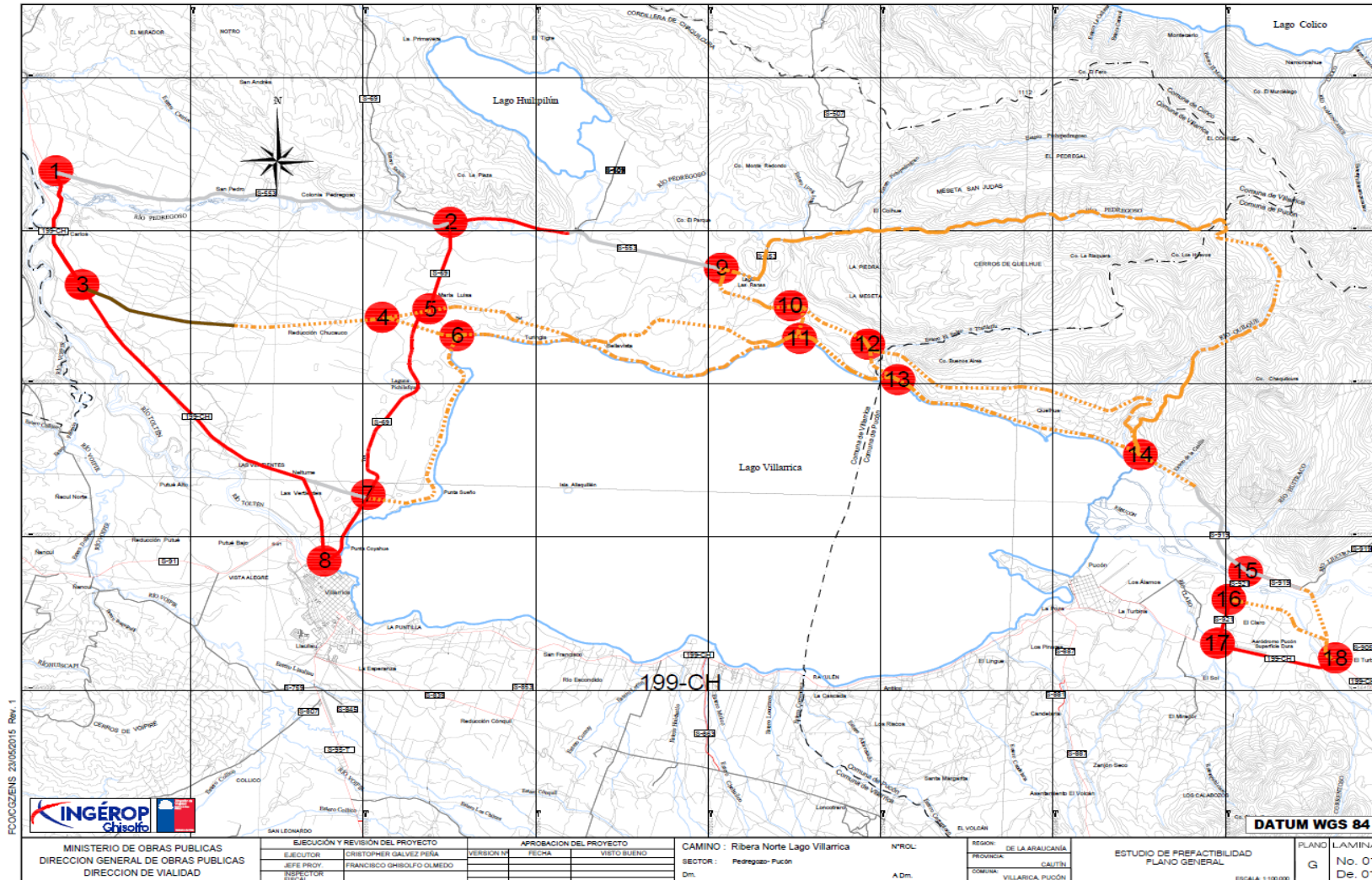
4.2.2 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

Para definir los corredores se estableció una serie de nodos, los que contiene la red de corredores.

Todos los corredores tienen como punto de inicio el sector de María Luisa, intersección con la ruta 199-CH y su fin en el sector de río Turbio también en la intersección la ruta 199-CH. Dando cumplimiento a los objetivos del estudio.

En la siguiente figura se puede observar la red de corredores:

Figura Nº 8
Red de Nodos



Fuente: Elaboración Propia

En esta etapa se propusieron 9 corredores los que son descritos a continuación.

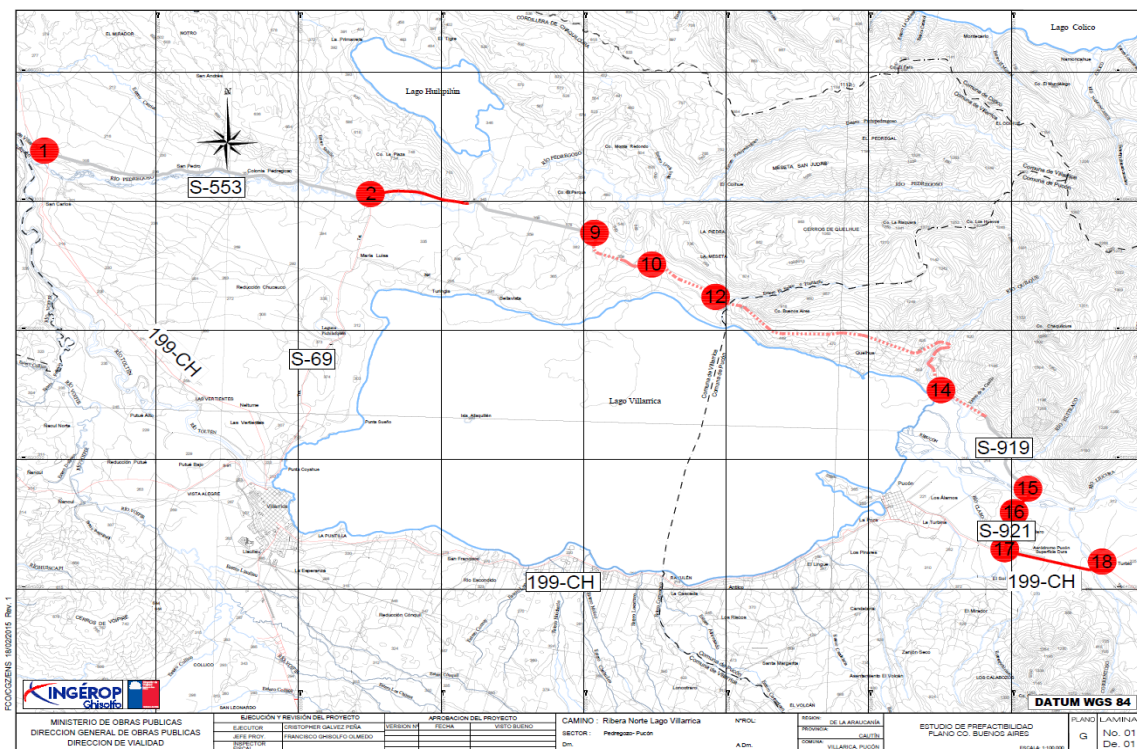
Corredor Co. Buenos Aires

El planteamiento principal de corredor Co. Buenos Aires consistió en que se desarrollara totalmente por la ribera norte del río Pedregoso, y que se ha proyectado en la cota 500 del Co. Buenos Aires que forma parte de la formación montañosa de los cerros de Quelhue, con una longitud de 48,47km.

El corredor comienza en la ribera norte del río Pedregoso, en el sector de María Luisa en sentido poniente-oriente, por lo que en este punto se debe efectuar la intersección de las rutas, ya que empalmará con la 199-CH.

Se desarrolla la alternativa por la ribera norte del río Pedregoso, hasta el sector de Pedregoso (intersección con ruta S-69), a partir de este punto y hasta el sector de Villa Alegre en la actualidad presenta una carpeta de pavimento asfáltico (pavimento básico), desde este punto comienza a acercarse a la ribera del lago Villarrica, pero manteniéndose aproximadamente en la cota 500 m.s.n.m., cruzando el cerro Buenos Aires, atravesando el río Quelhue y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza a través del puente Quelhue intersectando con la ruta 199-CH en el lado poniente del aeródromo de Pucón continuando por esta ruta hasta el punto de término correspondiente al sector de río Turbio.

Figura Nº 9
Corredor Co. Buenos Aires



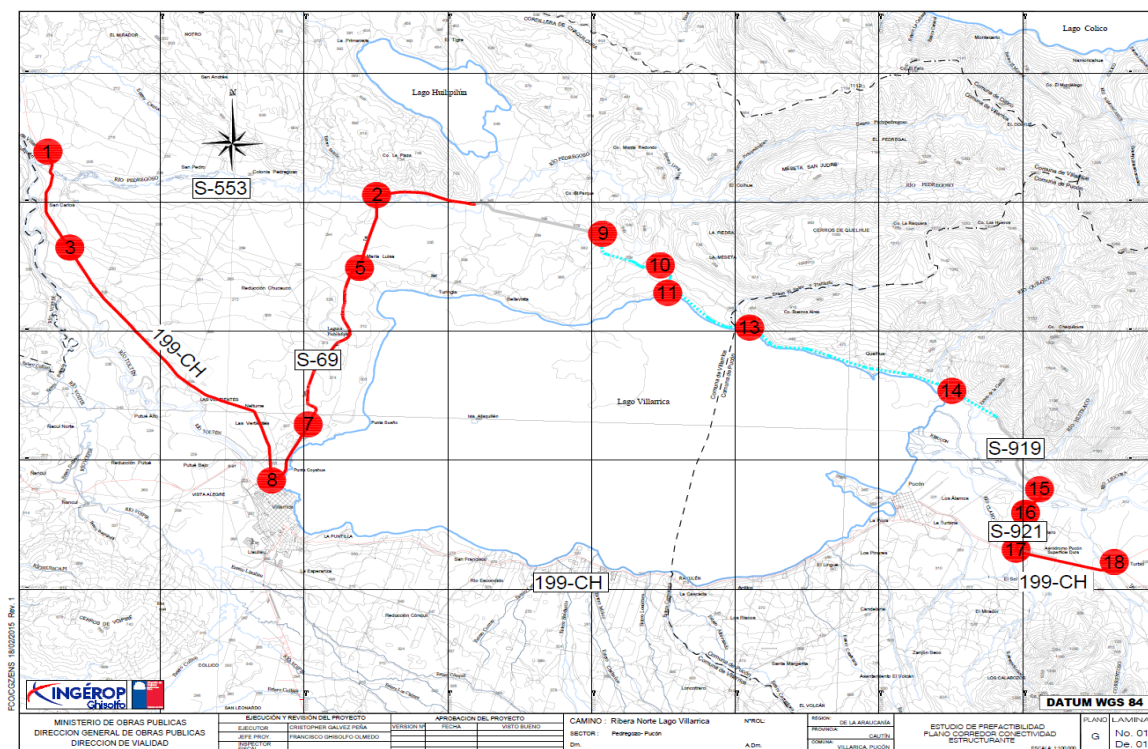
Fuente: Elaboración Propia

Corredor Conectividad Estructurante

El planteamiento principal de corredor Conectividad Estructurante consistió en utilizar la ruta S-69 que recorre en sentido norte sur, para empalmar a la ribera norte del lago Villarrica, tiene una longitud de 63,11km.

El corredor comienza en el sector de María Luisa avanzando hacia la ciudad de Villarrica a través de la actual ruta 199-CH, desde el sector de Punta Coyahue toma la actual ruta S-69 en sentido norte sur, hasta empalmar con la actual ruta S-533 en la ribera norte del río Pedregoso, desde este punto avanza en sentido poniente-oriente hasta alcanzar la laguna Las Ranas y comienza a descender hasta el borde del lago Villarrica y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza a través del puente Quelhue intersectando con la ruta 199-CH en el lado poniente del aeródromo de Pucón continuando por esta ruta hasta el punto de termino correspondiente al sector de río Turbio.

Figura Nº 10
Corredor Conectividad Estructurante



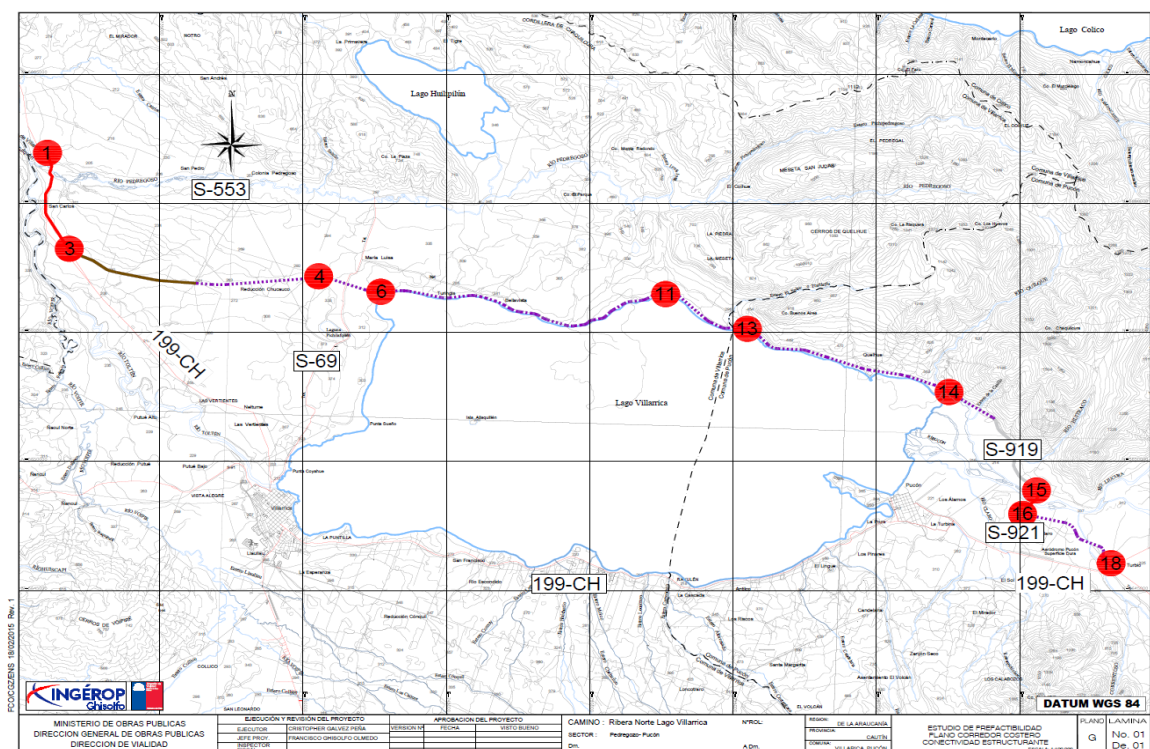
Fuente: Elaboración Propia

Corredor Costero Conectividad Estructurante

El planteamiento principal de corredor Costero Conectividad Estructurante consiste en utilizar parte de la ruta S-651 que recorre en sentido norte sur, para empalmar a la ribera norte del lago Villarrica en el sector de laguna Pichilafquen, continuando por el borde de este hasta Pucón. Tiene una longitud de 46,86km.

El corredor comienza en el sector de María Luisa avanzado en dirección sur por la ruta 199-CH, hasta el empalme con la ruta S-651 que recorre en sentido poniente-oriente hasta alcanzar el borde del lago Villarrica a la altura aproximada de la laguna Pichilafquen desde este punto se desarrolla bordeando la ribera norte del lago y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza a través del puente Quelhue y se desprende hacia el sector oriente cruzando el río Correntoso intersectando con la ruta 199-CH en el lado oriente del aeródromo de Pucón continuando hasta el punto de termino correspondiente al sector de río Turbio.

Figura N° 11
Corredor Costero Conectividad Estructurante



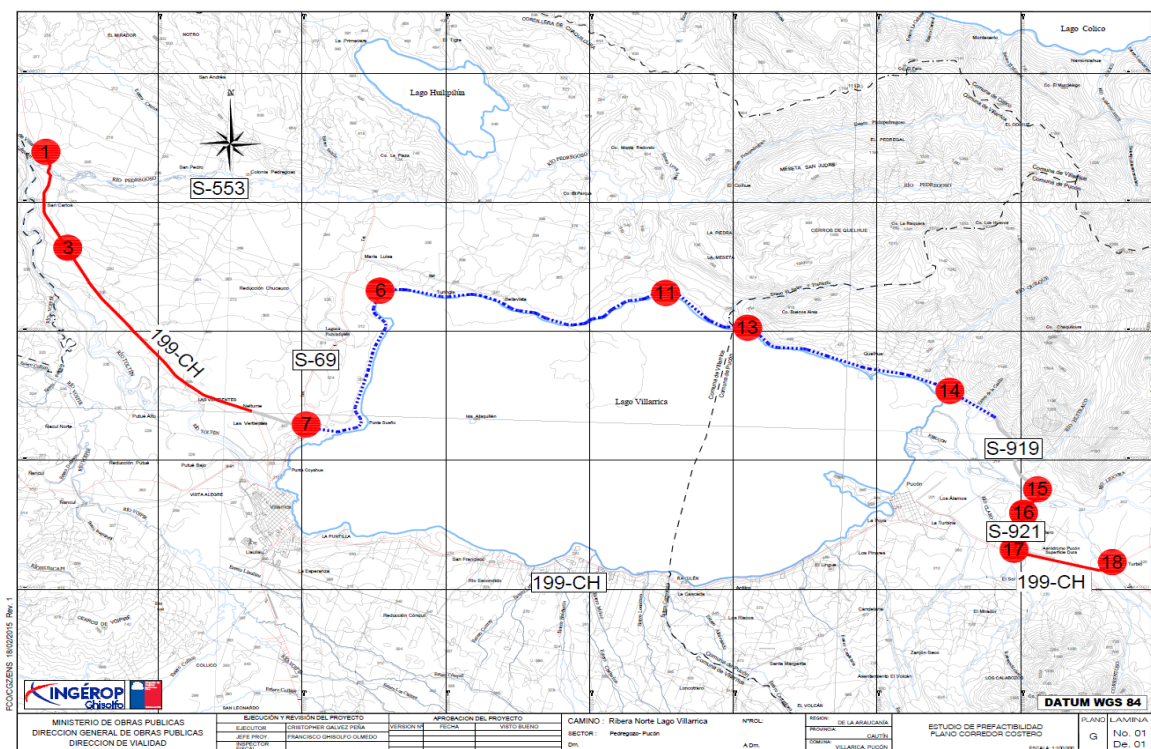
Fuente: Elaboración Propia

Corredor Costero

El planteamiento principal de corredor Costero consiste en que la mayor cantidad de kilómetros se desarrollen por la ribera del lago Villarrica. Contando con una longitud de 55,85km.

El corredor comienza en el sector de María Luisa avanzado en dirección sur por la ruta 199-CH, hasta el empalme con la ruta S-695 que se ubica a escasos kilómetros de la ciudad de Villarrica desde este punto toma hacia el norte por el borde del lago Villarrica y luego en dirección poniente – oriente, sin alejarse de la ribera del lago, luego baja en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza a través del puente Quelhue intersectando con la ruta 199-CH en el lado poniente del aeródromo de Pucón continuando por esta ruta hasta el punto de termino correspondiente al sector de río Turbio.

Figura Nº 12
Corredor Costero



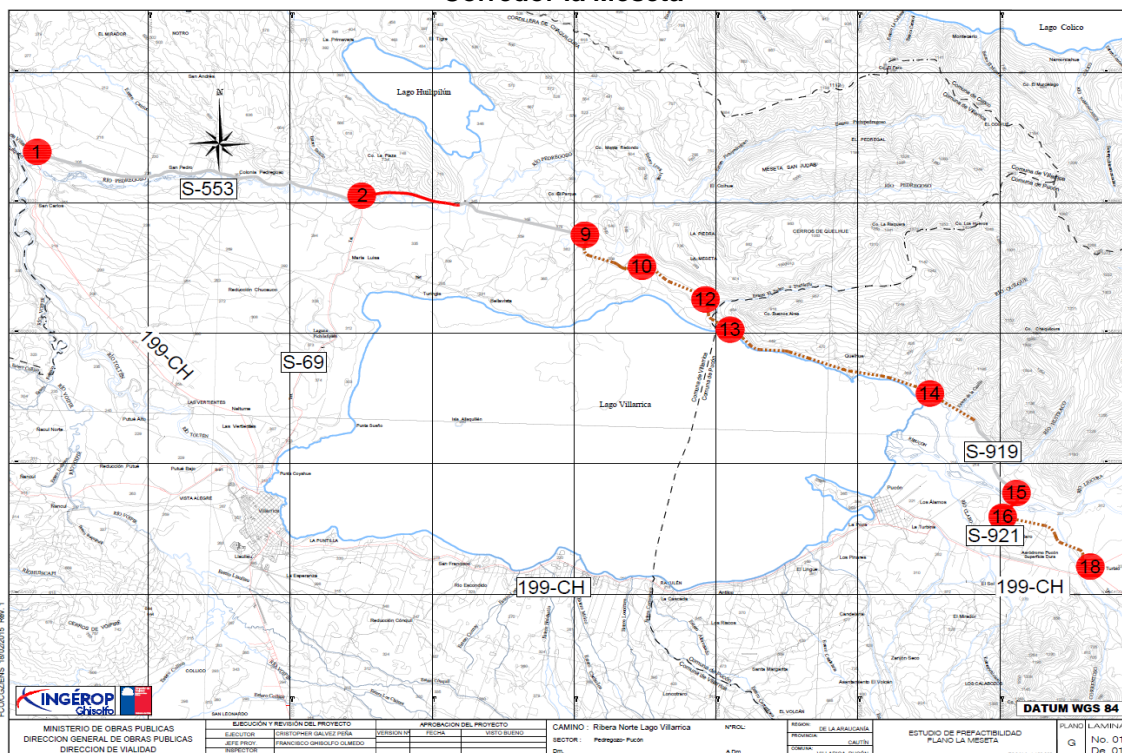
Fuente: Elaboración Propia

Corredor la Meseta

El planteamiento principal de corredor la Meseta consiste en desarrollarse a través de la vialidad existente ruta S-553 para luego bordear el Co. Buenos Aires y la conformación de Cerros de Quelhue por la ribera del lago. Tiene una longitud de 44,61km.

Se desarrolla la alternativa por la ribera norte del río Pedregoso, hasta el sector de Pedregoso (intersección con ruta S-69), a partir de este punto y hasta el sector de Villa Alegre en la actualidad presenta una carpeta de pavimento asfáltico (pavimento básico), desde este punto comienza a acercarse a la ribera del lago Villarrica en el sector del límite regional entre Villarrica y Pucón, bordeando el cerro Buenos Aires, atravesando el río Quelhue y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza a través del puente Quelhue y se desprende hacia el sector oriente cruzando el río Correntoso intersectando con la ruta 199-CH en el lado oriente del aeródromo de Pucón continuando hasta el punto de termino correspondiente al sector de río Turbio.

Figura N° 13
Corredor la Meseta



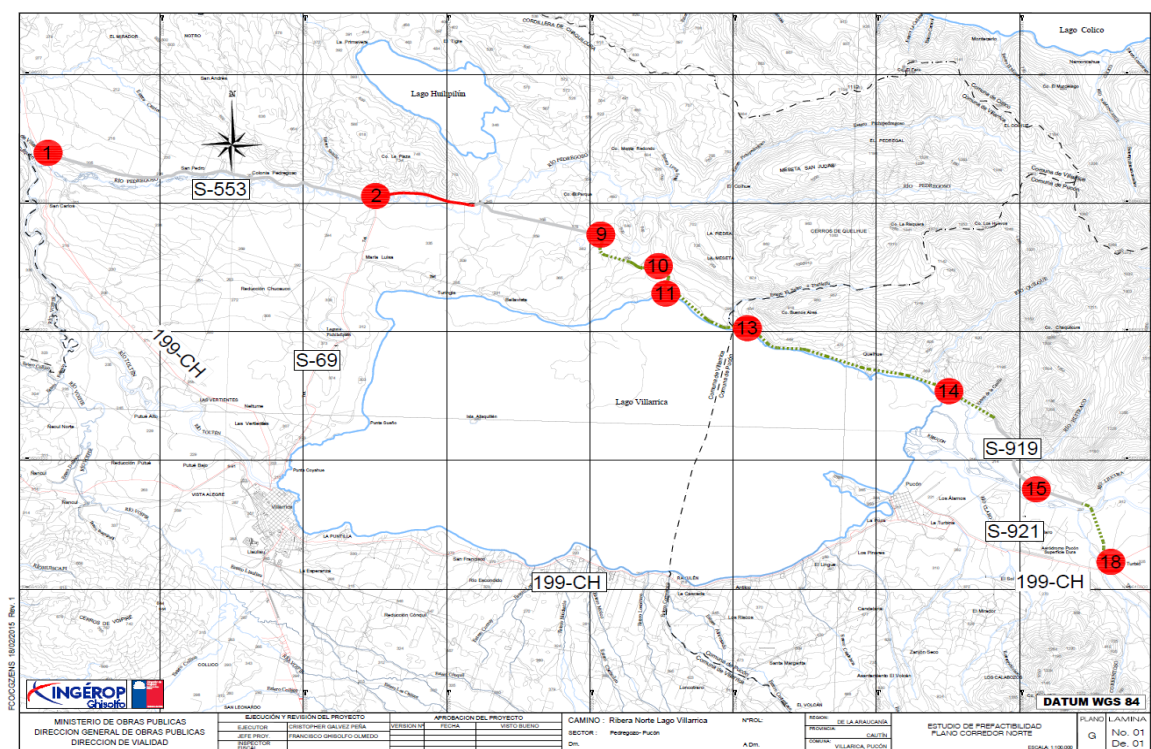
Fuente: Elaboración Propia

Corredor Norte

El planteamiento principal de corredor Norte consiste en desarrollarse a través de la vialidad existente ruta S-553 para luego bordear el Co. Buenos Aires y la conformación de Cerros de Quelhue por la ribera del lago. Tiene una longitud de 44,98km.

Se desarrolla la alternativa por la ribera norte del río Pedregoso, hasta el sector de Pedregoso (intersección con ruta S-69), a partir de este punto y hasta el sector de Villa Alegre en la actualidad presenta una carpeta de pavimento asfáltico (pavimento básico), desde este punto comienza a acercarse a la ribera del lago Villarrica en el sector del límite regional entre Villarrica y Pucón, bordeando el cerro Buenos Aires, atravesando el río Quelhue y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza el río Liucura y se desprende hacia el sector sur hasta intersectar con la ruta 199-CH en el lado oriente del aeródromo de Pucón hasta el punto de termino correspondiente al sector de río Turbio.

Figura N° 14
Corredor Norte



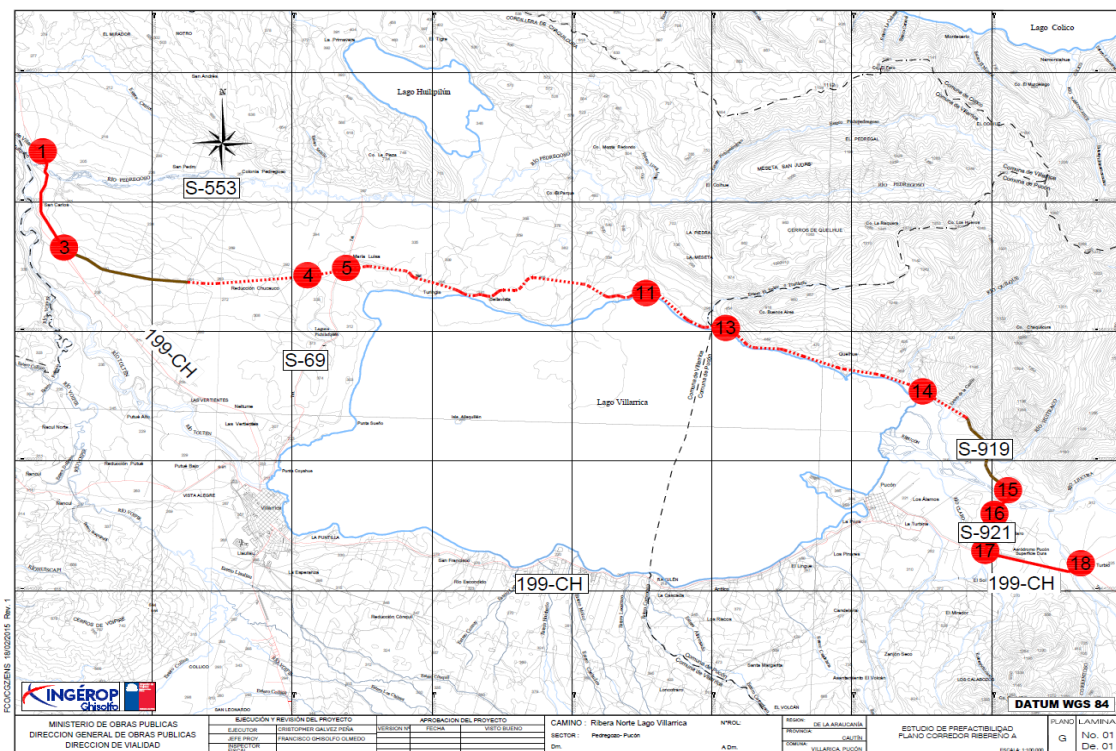
Fuente: Elaboración Propia

Corredor Ribereño A

El planteamiento principal de corredor Ribereño A consiste en que se acerca y aleja a la ribera del lago aprovechando la geografía existente. Tiene una longitud de 48,92km.

El corredor comienza en el sector de María Luisa avanzado en dirección sur por la ruta 199-CH, hasta el empalme con la ruta S-651 que recorre en sentido poniente-oriente hasta alcanzar la intersección con la ruta S-69 desde este punto se acerca al borde del lago Villarrica entre Turingia y Bellavista para volver a alejarse de la ribera hasta el sector de la laguna Las Ranas desde este punto se desarrolla bordeando la ribera norte del lago y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza a través del puente Quelhue intersectando con la ruta 199-CH en el lado poniente del aeródromo de Pucón continuando por esta ruta hasta el punto de término correspondiente al sector de río Turbio.

Figura N° 15
Corredor Ribereño A



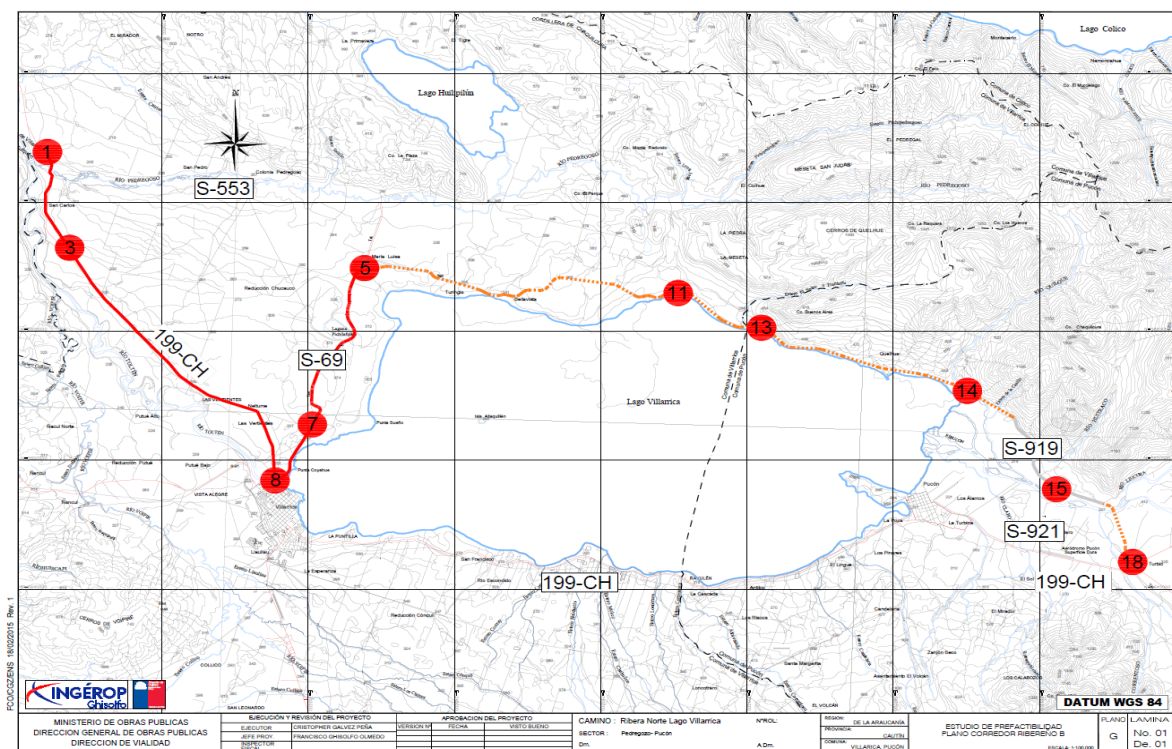
Fuente: Elaboración Propia

Corredor Ribereño B

El planteamiento principal de corredor Ribereño B consiste en que usar la vialidad existente de la ruta 199-CH y S-69 para luego acercarse y alejarse de la ribera del lago aprovechando la geografía existente. Tiene una longitud de 57,87km.

El corredor comienza en el sector de María Luisa avanzando hacia la ciudad de Villarrica a través de la actual ruta 199-CH, desde el sector de punta Coyahue toma la actual ruta S-69 en sentido norte sur, pasada la laguna Pichilafquen acercándose al borde del lago Villarrica entre Turingia y Bellavista para volver a alejarse de la ribera hasta el sector de la laguna Las Ranas y comienza a descender hasta el borde del lago Villarrica y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza el río Liucura y se desprende hacia el sector sur hasta intersectar con la ruta 199-CH en el lado oriente del aeródromo de Pucón hasta el punto de termino correspondiente al sector de río Turbio.

Figura Nº 16
Corredor la Ribereño B



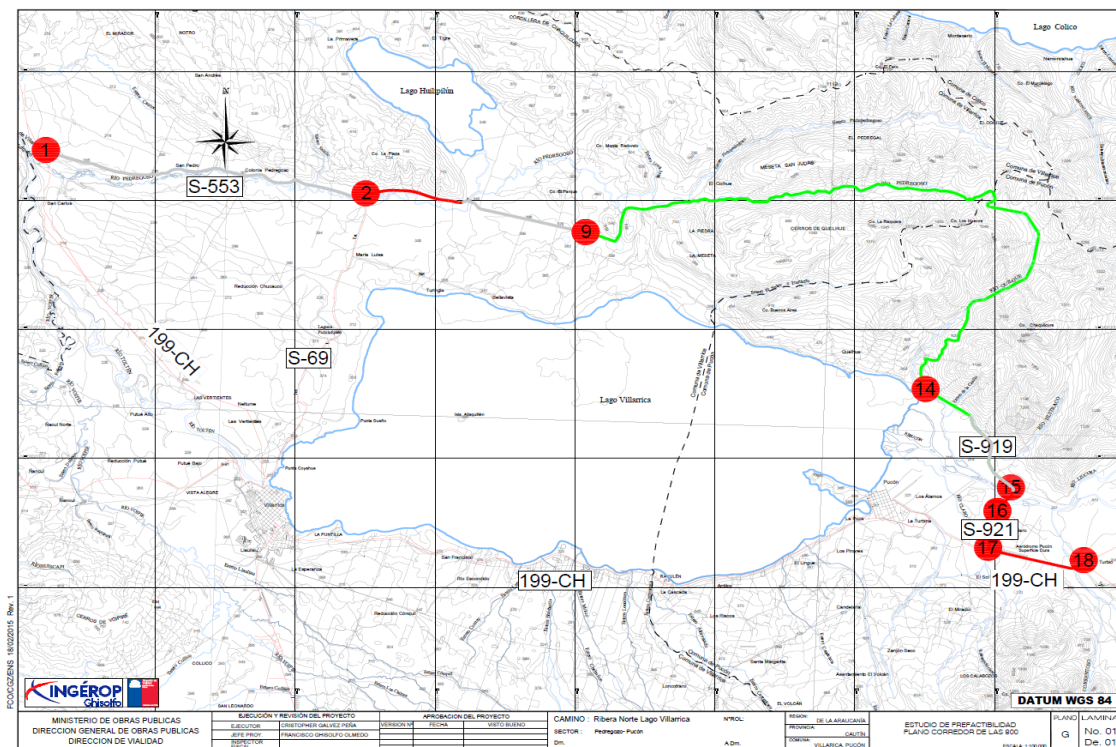
Fuente: Elaboración Propia

Corredor de las 800

El planteamiento principal de corredor de las 800 consiste en que se desarrolla totalmente por la parte norte de la formación montañosa de los cerros de Quelhue. Tiene una longitud de 59,57km.

Se desarrolla la alternativa por la ribera norte del río Pedregoso, hasta el sector de Pedregoso (intersección con ruta S-69), a partir de este punto y hasta el sector de Villa Alegre en la actualidad presenta una carpeta de pavimento asfáltico (pavimento básico), desde este punto comienza a alejarse de la ribera del lago Villarrica, pasando por el lado norte del formación montañosa Quelhue, atravesando el río Quelhue y bajando en dirección norte sur hasta alcanzar el río Pucón, en este punto cruza a través del puente Quelhue intersectando con la ruta 199-CH en el lado poniente del aeródromo de Pucón continuando por esta ruta hasta el punto de termino correspondiente al sector de río Turbio.

Figura Nº 17
Corredor de las 800



Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 Presupuesto

Se efectuó un análisis preliminar de costos para cada una de las alternativas, con el siguiente resultado:

**Tabla N° 1
Presupuesto**

Corredor	Descripción	Pavimento	Pav. Básico	Ripio	Tierra	Nuevo	Long. Total	Ppto. Total
	Acción	Conserv. (km)	Mej. (km)	Constr. (km)	Constr. (km)	Constr. (km)	(km)	MM\$ ²
	PPTO MM\$/km	100	500	600	750	1.000		
1	Co. Buenos Aires	6	4	20	0	17	47	31.484
2	Conectividad Estructurante	35	4	8	0	17	63	26.892
3	Costero Conectividad Estructurante	5	0	4	5	34	47	39.773
4	Costero	19	0	5	0	31	56	36.212
5	La Meseta	1	4	20	0	31	56	44.910
6	Norte	0	4	21	0	20	45	34.446
7	Ribereño A	10	0	4	5	30	48	36.578
8	Ribereño B	26	0	5	0	27	58	32.747
9	De las 800	6	4	20	0	30	60	44.293

Fuente: Elaboración propia

En función del diagnóstico de Medio Ambiente se establece que para la determinación de la alternativa seleccionada se deben tener en consideración los valores con los que cuentan los corredores principalmente la Alta Calidad Visual con la que cuentan.

Desde un punto de vista territorial las alternativas de conectividad planteadas se emplazan en territorios en estrecha relación con terrenos de parque y reservas nacionales lo que necesariamente deberá implicar el análisis e integración de accesos, rutas escénicas, miradores, paseos, señalética entre otras.

Prácticamente el total de las alternativas de conectividad se emplazan en terrenos fuera del límite urbano dado que dichas áreas están enmarcadas en la ciudades de Pucón y Villarrica lo que implica una oportunidad para la planificación territorial pudiéndose destinar suelos de manera coherente con los ejes viales y con las diversas vocaciones territoriales en estudio.

Con respecto a la aplicabilidad del Convenio N° 169 la consultora recomienda la aplicación práctica, dado que se percibe una necesidad de contextualizar adecuadamente las respuestas adaptativas de los grupos organizados indígenas de Pucón lo que podrá significar plantear una plataforma de discusión y participación temprana. Siendo el mejor escenario de una participación ciudadana para comunidades Mapuche, aquel en que dichas comunidades se sientan consideradas, escuchadas y atendidas en el marco del reconocimiento de su pertenencia identitaria étnica y cultural y no solamente como ciudadanos chilenos.

Ha sido importante considerar para el desarrollo de las alternativas, la vialidad existente, ya que estas se pueden integrar a lo ya presente en el área y disminuir sus

²Inversiones en obra sin considerar los costos de estructuras.

costos aprovechando la utilización de la vialidad actual con mejoramientos para alcanzar los estándares fijados.

En relación al sistema de transporte la interacción que se genera en esta única vía la ruta 199-CH entre Pucón y Villarrica con los tres tipos de transporte terrestre (vehículos livianos, de carga y buses), hacen que esta vía tome un aumento en la peligrosidad de la ruta que, aumenta considerablemente, en época estival, cuando aumenta considerablemente el número de vehículos livianos. Por lo que la opción de generar una alternativa a la actual ruta 199-CH, permitiría descongestionar el eje y darle mayor fluidez, estimando que de la mano de ello, se reduciría la cantidad de accidentes.

En el área de influencia del estudio, las principales actividades económicas corresponden al sector turismo y silvoagropecuario, al abrir el corredor por el lado norte estas actividades pueden incrementarse y abrir nuevas áreas para su desarrollo.

Del análisis de presupuesto preliminar efectuado, se puede observar que las los corredores que maximizan la infraestructura existente se posicionan con ventaja contra los corredores que proponen un alto porcentaje de oferta vial nueva.

Por lo que para la siguiente etapa se recomendó que a partir de los 9 corredores propuestos, se optimicen analicen 5 alternativas que tengan las siguientes vocaciones:

1. Un corredor que utilice la mayor cantidad de vialidad existente.
2. Un corredor que sea ribereño.
3. Un corredor que pase por detrás de los cerros del Quelhue.
4. Un corredor que se desarrolla de la manera más directa posible por el lado norte del lago.
5. Un corredor intermedio entre los cerros del Quelhue y el borde del lago.

5 ETAPA 2: “ESTUDIOS DE BASE”

En esta etapa se levantó la información necesaria para complementar y analizar la información específica de las alternativas preliminares propuestas en la etapa anterior, respecto a la demanda, al sistema de actividades, así como de los estudios preliminares de ingeniería del camino, con sus implicancias en expropiaciones, impactos territoriales y ambientales y consideraciones de seguridad.

En lo que respecta al sistema de actividades, se desarrolló un exhaustivo análisis de los principales sectores productivos presentes en el área de estudio, destacando los sectores: forestales, agropecuario y turístico.

5.1 ESTUDIOS DE BASE

Se desarrollaron los estudios de base de tránsito con el objeto de obtener información respecto del volumen y la composición del flujo vehicular en el área bajo análisis, y la caracterización de las rutas viales. Dicha información permitió estimar la distribución de los flujos sobre la red en formato de matrices origen-destino, y alimentar los modelos de asignación vehicular, y con ello estimar los flujos del proyecto.

Los estudios de base reportados consideran el levantamiento de datos de demanda de viajes representativos de las temporadas Alta (meses de enero y febrero) y Normal (resto del año). La campaña de levantamiento de información se efectuó durante la segunda semana de enero del presente año (2015) y el mes de mayo del mismo. El levantamiento incluyó encuestas origen-destino, aforos vehiculares, longitud de cola, velocidad, catastro de transporte público y encuestas de preferencias declaradas.

5.1.1 Medición de Flujos Vehiculares

Se efectuaron mediciones diarias de flujos vehiculares en 2 puntos de control para ambas temporadas. Estas mediciones se realizaron entre los días 10 y 13 de enero (temporada alta) y entre el 9 y 12 de mayo (temporada normal) para el año 2015, abarcando 12 horas por cada día. A esto se agrega los puntos de medición aforados en forma simultánea al proceso de levantamiento de encuestas origen destino.

En la siguiente tabla se presenta un esquema general donde se indica la ubicación de los puntos de control de aforo vehicular, mientras que en la figura siguiente se esquematizan los movimientos medidos en cada uno de estos puntos.

Tabla Nº 2
Localización de los Puntos de Control de Flujos Vehiculares y Fecha de Mediciones
Ambas Temporadas

PC	Ubicación	Temporada Alta			Temporada Normal		
		10-ene	11-ene	13-ene	09-may	10-may	12-may
Puntos de Conteo Control de Encuestas							
EOD 1	Ruta 119-CH tramo Villarrica - Pucón	X	X	X	X	X	X
EOD 2	Ruta S-69 Camino Pedregoso	X	X	X	X	X	X
EOD 3	Ruta S-533 Pedregoso - Villa Alegre	X	X	X	X	X	X
Puntos de Conteos Libres							
1	Ruta 199-CH - S-61	X	X	X	X	X	X
2	Ruta 199-CH - S-905	X	X	X	X	X	X

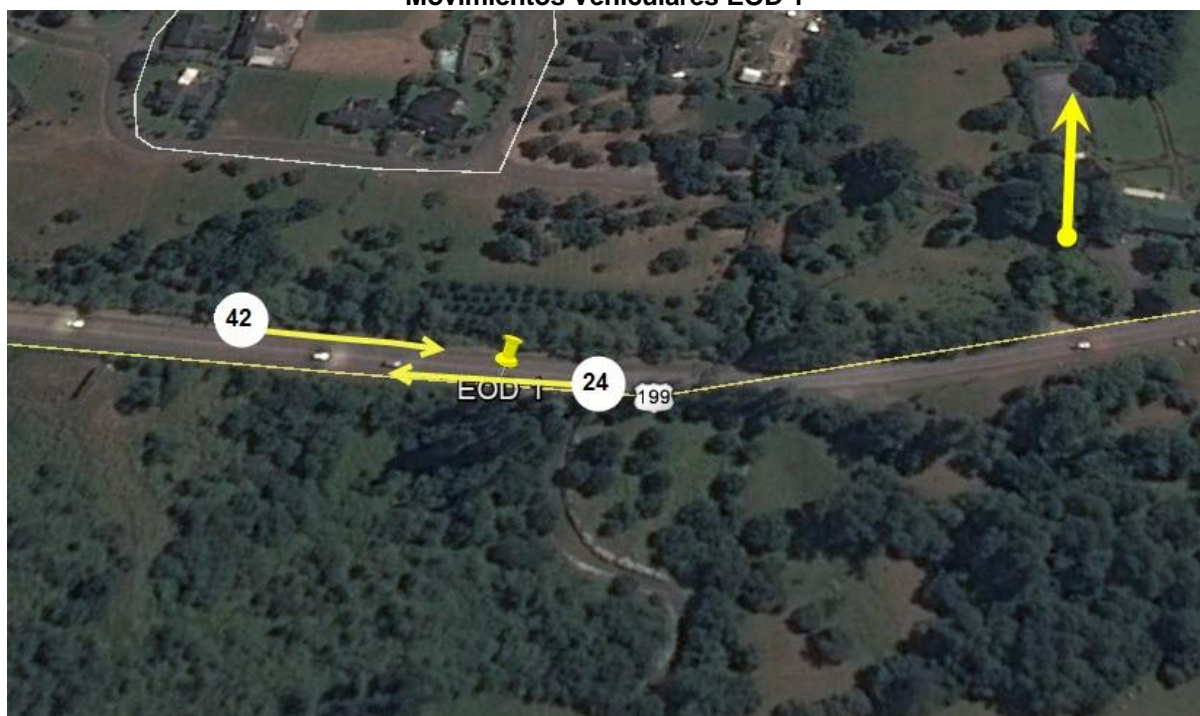
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 18
Localización de los Puntos de Control de Aforos Vehiculares Ambas Temporadas



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 19
Movimientos Vehiculares EOD 1



Fuente: Elaboración Propia

Figura Nº 20
Movimientos Vehiculares EOD 2



Fuente: Elaboración Propia

Figura Nº 21
Movimientos Vehiculares EOD 3



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 22
Movimientos Vehiculares PC1



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 23
Movimientos Vehiculares PC2



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla que se presenta a continuación se reporta en forma resumida la información medida para Vehículos Livianos (VL), Camiones de dos ejes (CS), Camiones de más

de dos ejes (CP) y Buses (Bus), presentándose el flujo vehicular por temporada, tipo de día, ubicación y punto de control para cada uno de los movimientos. El detalle de estos antecedentes se presenta en anexo digital. En estas tablas se incorpora además la información de los aforos de control realizados en los puntos de encuesta.

Tabla Nº 3
Resumen de Flujos por Temporada y punto de control (12 Horas)

PC	Ubicación	Mov	Día	Temporada Alta				Temporada Normal				
				VL	CS	CP	Bus	VL	CS	CP	Bus	
EOD1	Villarrica - Pucón	24	Laboral	4.815	156	89	151	2.665	157	120	179	
			Sábado	3.417	150	54	155	2.379	95	39	121	
			Domingo	3.668	68	45	117	1.893	24	6	82	
		42	Laboral	4.827	217	96	162	2.567	129	95	159	
			Sábado	5.139	162	56	172	2.720	90	51	117	
			Domingo	5.191	54	26	126	1.722	13	7	68	
EOD2	Camino Pedregoso	13	Laboral	197	6	12	1	243	27	6	16	
			Sábado	344	4	7	0	199	9	2	5	
			Domingo	212	3	0	0	203	6	0	1	
		31	Laboral	220	10	5	0	205	29	2	15	
			Sábado	277	14	6	1	223	8	6	3	
			Domingo	274	6	0	0	317	5	1	2	
EOD3	Pedregoso - Villa Alegre	24	Laboral	27	1	1	0	30	4	0	0	
			Sábado	55	1	0	1	22	2	1	0	
			Domingo	35	0	0	0	39	0	0	0	
		42	Laboral	28	1	0	0	41	1	0	0	
			Sábado	30	2	0	0	42	3	0	0	
			Domingo	23	0	1	0	48	3	0	0	
PC1	Ruta 199-CH - S-61	23	Laboral	30	0	0	6	31	0	0	1	
			Sábado	41	0	3	2	66	0	0	4	
			Domingo	38	0	0	7	90	0	0	5	
		24	Laboral	276	8	49	37	75	2	0	11	
			Sábado	362	8	29	33	389	23	12	28	
			Domingo	328	4	11	14	523	13	0	15	
		32	Laboral	24	2	8	0	611	16	37	36	
			Sábado	45	0	8	5	31	0	0	0	
			Domingo	53	3	0	2	18	0	0	0	
		34	Laboral	2.243	76	105	205	1.534	79	93	127	
			Sábado	2.460	82	54	178	1.284	60	15	139	
			Domingo	2.730	23	36	196	1.214	31	20	121	
			42	Laboral	382	26	47	27	630	92	3	89
				Sábado	50	0	8	5	1.201	40	55	118
				Domingo	223	7	31	19	1.182	32	18	56
		43	Laboral	3.166	172	129	330	1.198	220	7	181	
			Sábado	5.415	132	105	326	2.155	96	119	308	
			Domingo	3.491	62	37	270	1.989	41	95	241	
PC2	Ruta 199-CH - S-905	12	Laboral	332	8	15	4	55	5	1	0	
			Sábado	332	8	11	0	64	5	1	0	
			Domingo	424	8	3	0	141	5	1	4	
		13	Laboral	2.783	94	61	190	1.118	76	74	76	
			Sábado	2.657	167	160	292	1.051	53	20	65	
			Domingo	3.213	207	168	322	1.191	36	19	66	
		21	Laboral	291	8	3	2	55	1	2	1	
			Sábado	321	1	7	16	42	0	0	0	
			Domingo	336	1	0	5	146	0	0	3	
		23	Laboral	1.073	45	47	51	560	57	16	53	
			Sábado	994	65	44	59	603	44	16	35	
			Domingo	1.046	47	37	47	651	15	5	26	
		31	Laboral	2.420	46	43	85	996	80	46	71	
			Sábado	2.942	67	45	135	857	41	19	51	
			Domingo	3.166	73	35	133	1.102	24	0	39	
		32	Laboral	1.086	51	33	79	526	58	18	58	
			Sábado	1.135	79	39	98	579	44	28	42	
			Domingo	1.429	63	34	108	650	22	6	40	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Encuestas Origen / Destino

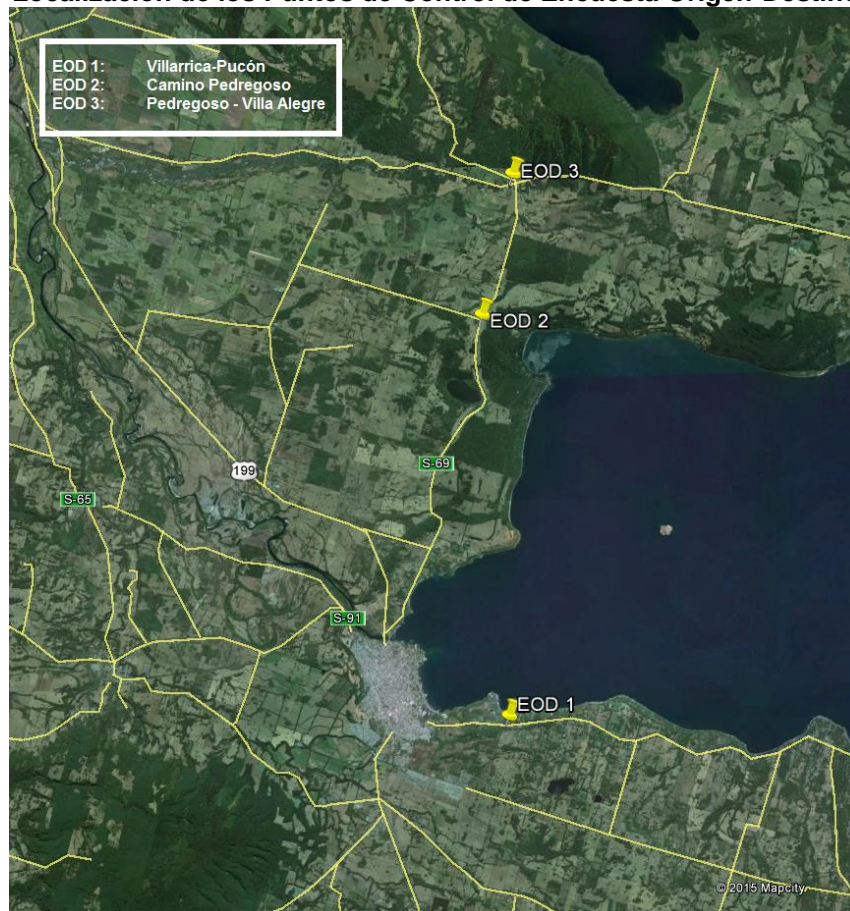
Las encuestas origen destino se realizan con el objeto obtener información para caracterizar la demanda de viajes en el área de estudio. De esta manera a través de las entrevistas que se aplican a los conductores de vehículos es posible, establecer y cuantificar los orígenes y destino de los viajes, los propósitos y el nivel de ingreso de los usuarios de automóvil, entre otros. En el caso de los camiones se obtiene información acerca de los tipos de productos transportados y de los principales destinos de las cargas. Esta información es esencial para las etapas posteriores del estudio, ya que permitirá deducir que proporción del flujo actual circularía hipotéticamente por cada una de las alternativas de proyecto, basándose en la cantidad de viajes por par origen destino que actualmente utiliza la red estudiada.

Tabla Nº 4
Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino
Ambas Temporadas

PC	Ubicación	Temporada Alta			Temporada Normal		
		10-ene	11-ene	13-ene	09-may	10-may	12-may
EOD-1	Villarrica - Pucón	X	X	X	X	X	X
EOD-2	Camino Pedregoso	X	X	X	X	X	X
EOD-3	Pedregoso - Villa Alegre	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 24
Localización de los Puntos de Control de Encuesta Origen-Destino

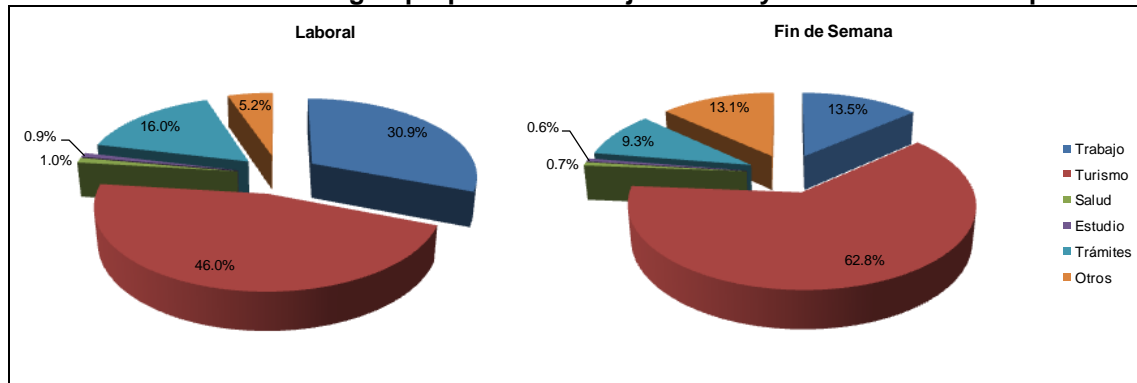


Fuente: Elaboración Propia

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

A continuación se presentan algunas estadísticas a partir de las encuestas origen-destino levantadas, que permiten caracterizar a los usuarios de la red en el área de influencia directa en estudio. Para esto se ha considerado el universo de encuestas válidas con respecto a los datos recogidos en terreno. Para la consulta por el propósito del viaje, la distribución de respuestas, por punto, se presenta en la siguiente tabla. Como era esperable para la temporada alta, el turismo fue el registro con mayor participación superando el 46% de la muestra tanto para la jornada laboral como para el fin de semana.

Figura Nº 25
Distribución de encuestas según propósitos de viaje Laboral y Fin de semana Temporada Alta



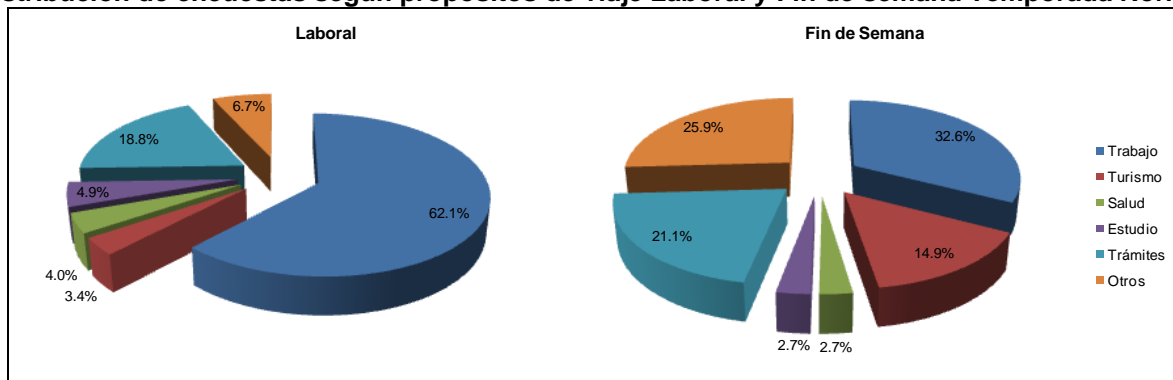
Fuente: Elaboración Propia

En temporada alta, la distribución de los viajes según propósito en la jornada laboral muestra una mayor participación en la respuesta “trabajo con un 28,1% de la muestra, lo cual se revierte durante el fin de semana, con un porcentaje de sólo un 10,7% siendo, superado ampliamente por el turismo con un 62,8% de la muestra.

Los datos muestran que el propósito de estudios es bastante bajo, teniendo su punto más alto en la jornada laboral 0,9% de la muestra.

Se observa además que la respuesta más frecuente fue “turismo”, lo que reafirma el hecho de que la zona en estudio captura predominantemente flujos de carácter turístico, correspondiente a personas que poseen una vivienda de veraneo (o “segunda vivienda”) en el sector.

Figura Nº 26
Distribución de encuestas según propósitos de viaje Laboral y Fin de semana Temporada Normal



Fuente: Elaboración Propia

En temporada normal, los viajes con propósito trabajo predomina en un día tipo laboral con un 62,1% de la muestra, mientras que en fin de semana, ésta cifra disminuye a prácticamente la mitad.

En términos de turismo, la cantidad de viajes es muy inferior a lo mostrado en temporada alta.

5.1.3 Análisis Flujos Vehiculares vs Plan Nacional de Censos

A partir de los datos obtenidos en las mediciones de tránsito, tanto para los flujos asociado a las Encuestas Origen Destino (EOD) como conteos libres, es posible obtener un valor de Tránsito Diario Medio Anual (TMDA), por temporada, para comparar sus cifras con las del Plan Nacional de Censos (PNC) para los últimos valores censados (año 2014).

Para traspasar los flujos vehiculares obtenidos en las mediciones, de 12 a 24 horas, se han empleado los factores de expansión entregados por la Dirección de Vialidad, los cuales se encuentran asociados a la época Verano y al contador automático 09.PH.130, el cual se ubica en la ruta 199-CH en el camino Villarrica - Mamuil Malal (Río Turbio).

Los factores aplicados corresponden a:

Tabla Nº 5
Factores de Expansión 12 hr. a 24 hr. Temporada Alta

Factor Expansión	Veh. Livianos	Cam. Simples	Cam. Pesados	Buses
12 hr a 24 hr	1,49	1,31	4,45	3,83

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Dirección de Vialidad

Tabla Nº 6
Factores de Expansión 12 hr. a 24 hr. Temporada Normal

Factor Expansión	Veh. Livianos	Cam. Simples	Cam. Pesados	Buses
12 hr a 24 hr	1,18	1,12	4,85	3,22

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Dirección de Vialidad

Los resultados obtenidos (en TMDA) para cada punto de control y temporada, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla Nº 7
TMDA por Punto de Control y Tipo de Vehículo- Flujo EOD, Temporada Alta

PUNTO	SENTIDO	VL	CS	CP	Bus
EOD-01	OP	6.610	187	346	562
	PO	7.312	243	357	606
EOD-02	NS	327	7	43	3
	SN	350	13	20	1
EOD-03	OP	48	1	3	1
	PO	41	1	1	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 8
TMDA por Punto de Control y Tipo de Vehículo- Flujo EOD, Temporada Normal

PUNTO	SENTIDO	VL	CS	CP	Bus
EOD-01	OP	2.954	145	447	505
	PO	2.900	120	369	451
EOD-02	NS	271	24	22	40
	SN	263	25	12	37
EOD-03	OP	35	4	1	0
	PO	50	2	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 9
TMDA por Punto de Control, Rama y Tipo de Vehículo - Conteos Libres
Temporada Alta

PUNTO	RAMA	VL	CS	CP	Bus
PC1	NORTE	998	38	387	241
	ORIENTE	8.824	291	921	2.022
	PONIENTE	9.632	323	1246	2.209
PC2	NORTE	9.019	246	659	1.259
	ORIENTE	4.227	156	422	554
	PONIENTE	11.326	366	939	1.761

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10
TMDA por Punto de Control, Rama y Tipo de Vehículo - Conteos Libres
Temporada Normal

PUNTO	RAMA	VL	CS	CP	Bus
PC1	NORTE	1.718	105	197	419
	ORIENTE	3.981	289	647	1.170
	PONIENTE	4.553	368	588	1.411
PC2	NORTE	2.639	156	468	446
	ORIENTE	1.487	119	168	327
	PONIENTE	3.808	261	612	761

Fuente: Elaboración Propia

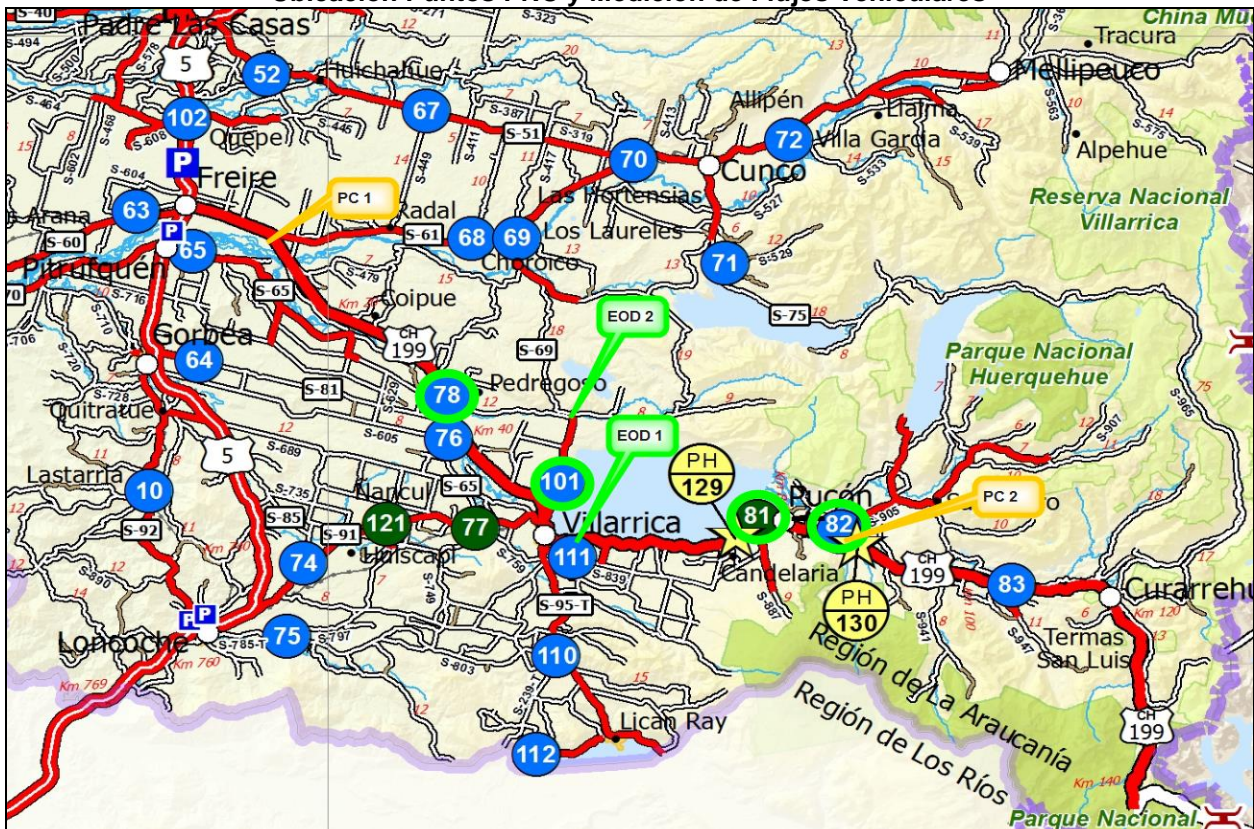
Para validar la información de flujo obtenida en los estudios de base, se ha realizado una comparación de estos valores con respecto a las cifras entregadas por el Plan Nacional de Censos (PNC), lo que permite corroborar los niveles de tránsito con los que se trabajará en la modelación y evaluación posteriores.

Los puntos seleccionados para realizar las comparaciones corresponden a:

- EOD 1 / PNC N° 81-01
- EOD 2 / PNC N° 101-01
- PC 1 / PNC N° 78-01 Y 78-02 (rama poniente y oriente, respectivamente)
- PC 2 / PNC N° 82-01 Y 82-02 (rama oriente y poniente, respectivamente)

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación de todos los puntos indicados anteriormente:

Figura N° 27
Ubicación Puntos PNC y Medición de Flujos Vehiculares



Fuente: Elaboración Propia en base a mapa de Dirección de Vialidad

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

Tabla N° 11
Comparación TMDA EOD 1 vs PNC N°81-01, Temporada Alta

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
199-CH (entre Villarrica y Pucón)	EOD 1	13.858	466	728	1.214	16.265
	81-01	21.093	601	175	777	22.646

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 12
Comparación TMDA EOD 1 vs PNC N°81-01, Temporada Normal

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
199-CH (entre Villarrica y Pucón)	EOD 1	5.854	265	816	956	7.891
	81-01	4.674	303	171	402	5.550

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13
Comparación TMDA EOD 2 vs PNC N°101-01, Temporada Alta

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
S-69 (Camino Pedregoso)	EOD 2	677	20	63	4	764
	101-01	2.514	61	61	233	2.869

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14
Comparación TMDA EOD 2 vs PNC N°101-01, Temporada Normal

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
S-69 (Camino Pedregoso)	EOD 2	534	49	34	77	694
	101-01	869	48	15	56	988

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 15
Comparación TMDA PC 1 vs PNC N°78-01 y 78-02, Temporada Alta

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
199-CH (Acceso a Villarrica)	PC 1 - Rama Poniente	9.632	323	1.246	2.209	13.410
	78 -01	10.124	543	281	343	11.291
	PC 1 - Rama Oriente	8.824	291	921	2.022	12.058
	78-02	10.064	540	275	347	11.226

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 16
Comparación TMDA PC 1 vs PNC N°78-01 y 78-02, Temporada Normal

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
199-CH (Acceso a Villarrica)	PC 1 - Rama Poniente	4.553	368	588	1.411	6.920
	78 -01	2.590	324	138	259	3.311
	PC 1 - Rama Oriente	3.981	289	647	1.170	6.087
	78-02	2.543	315	137	259	3.254

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17
Comparación TMDA PC 2 vs PNC N°82-01 Y 82-02, Temporada Alta

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
199-CH (Salida Pucón hacia la Cordillera)	PC 2 - Rama Oriente	4.227	156	422	554	5.359
	82-02	3.899	163	19	181	4.262
	PC 2 - Rama Poniente	11.326	366	939	1.761	14.392
	82-01	15.255	392	68	473	16.188

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 18
Comparación TMDA PC 2 vs PNC N°82-01 Y 82-02, Temporada Normal

Ruta	PC	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
199-CH (Salida Pucón hacia la Cordillera)	PC 2 - Rama Oriente	1.487	119	168	327	2.101
	82-02	871	72	42	120	1.105
	PC 2 - Rama Poniente	3.808	261	612	761	5.442
	82-01	2.509	150	59	175	2.893

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de los puntos de control asociados a conteos libres, los TMDA por tipo de vehículo son bastantes similares entre sí, a excepción de algunos casos en particular (buses y camiones de más de dos ejes), donde en las mediciones se ha obtenido una cantidad muy superior a lo reflejado en los puntos PNC, producto seguramente del factor de expansión de 12 a 24 horas utilizado; sin embargo, los resultados totales son semejantes.

En el caso de los flujos asociados a las EOD, se aprecia que los flujos obtenidos son más bajos que los que refleja el Plan Nacional de Censos, esto se puede deber a dos razones, la primera es la fecha de realización de los conteos en temporada de Verano ya que estas fueron realizadas a inicios de enero, mientras que los mayores flujos se producen a fines de enero y a principio de febrero. Para el caso de temporada normal ocurre similar situación.

También se debe considerar que la ubicación de los puntos que se están comparando no es la misma, y este hecho en algunos casos invalida las comparaciones. Es el caso del punto PNC N°101, el cual está ubicado bastante más al sur con respecto al punto EOD 2, lo cual implica que el Punto PNC 101 debe presentar mayor flujo vehicular por concentrar viajes más cercanos a Villarrica. En el caso del punto EOD 1, si bien el diferencial de flujo no es tan distante como ocurrió con el otro punto de encuesta, ésta

ocurre dada la alta cantidad de viajes que atrae Pucón y que se originan no solamente en Villarrica, sino en caminos intermedios.

A continuación, se presenta una tabla resumen con la representatividad de los flujos levantados en terreno vs los flujos del Plan Nacional de Censos.

Tabla N° 19
Comparación TMDA Mediciones Consultor vs PNC, por Temporada³

Ruta	PC VS PNC	Temporada	VL	CS	CP	BUS	TOTAL
199-CH (entre Villarrica y Pucón)	EOD-1 / 81-01	Alta	65,7%	77,5%	416,0%	156,2%	71,8%
		Normal	125,2%	87,5%	477,2%	237,8%	142,2%
S-69 (Camino Pedregoso)	EOD-2 / 101-01	Alta	26,9%	32,8%	103,3%	1,7%	26,6%
		Normal	61,4%	102,1%	226,7%	137,5%	70,2%
199-CH (Acceso a Villarrica)	PC-1 / 78-01	Alta	95,1%	59,5%	443,4%	644,0%	118,8%
		Normal	175,8%	113,6%	426,1%	544,8%	209,0%
	PC-1 / 78-02	Alta	87,7%	53,9%	334,9%	582,7%	107,4%
		Normal	156,5%	91,7%	472,3%	451,7%	187,1%
199-CH (Salida Pucón hacia la Cordillera)	PC-2 / 82-02	Alta	108,4%	95,7%	2221,1%	306,1%	125,7%
		Normal	170,7%	165,3%	400,0%	272,5%	190,1%
	PC-2 / 82-01	Alta	74,2%	93,4%	1380,9%	372,3%	88,9%
		Normal	151,8%	174,0%	1037,3%	434,9%	188,1%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior, se aprecia que la mayor parte de los flujos medidos son superiores a los que entregan los PNC, y sus diferencias se deben a la ubicación de los puntos, donde las mediciones realizadas no se encuentran exactamente sobre los puntos PNC.

5.1.4 Estudio de Preferencias Declaradas

Como parte del levantamiento de información para caracterizar la demanda de viajes, durante la campaña de mediciones de tránsito se realizaron encuestas de preferencias declaradas a los conductores de vehículos livianos sobre la red bajo análisis. La encuesta fue separada en 2 temporadas, y a continuación se reportan los resultados de la temporada de verano.

Aplicando este método se calcula este factor de desagrado considerando todas las encuestas de preferencias declaradas realizadas independiente del propósito o nivel de ingreso.

Tabla N° 20
Factores Obtenidos

Tipo Calzada	Alta	Normal	Mixta
Doble	1	1	1
Simple	1,327	1,269	1,298
Simple Congestionada	6,168	1,665	2,887

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma se obtiene un único factor que puede ser utilizado en la modelación de las dos temporadas. Durante la etapa de modelación de la red de transporte se decidirá cuál de estos valores permite representar mejor la realidad.

³ Destacado en color aquellos flujos que se encuentran por debajo de los flujos PNC.

5.1.5 Medición de Velocidades

Se han realizado mediciones de velocidad y tiempos de viaje en el eje relevante para el estudio que corresponde a la ruta 199-CH desde la salida de Villarrica al oriente hasta el acceso poniente de Pucón.

Para realizar esta labor, se aplicó el método del vehículo flotante, y cuyas mediciones se ejecutaron para cada uno de los tres períodos en análisis (Punta Mañana, Fuera de Punta y Punta Tarde), para cada temporada.

La medición contempló circular por el eje completo antes indicado, el cual posee una longitud de 23 kilómetros, una vez en cada sentido para cada periodo.

Los resultados obtenidos son:

Tabla N° 21
Resultados Medición de Velocidad y Tiempos de Viaje, Temporada Alta

Fecha	Día	Longitud tramo (km)	Período	Sentido	Hora Inicio	Velocidad Promedio (km/h)	Tiempo promedio de Viaje (min)
13/01/2015	Martes	23,0	Punta Mañana	Hacia Pucón	10:37	57,7	23,9
				Hacia Villarrica	11:00	62,4	22,1
			Fuera de Punta	Hacia Pucón	16:15	62,3	22,2
				Hacia Villarrica	17:34	59,5	23,2
			Punta Tarde	Hacia Pucón	18:29	56,7	24,3
				Hacia Villarrica	19:59	52,1	26,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 22
Resultados Medición de Velocidad y Tiempos de Viaje, Temporada Normal

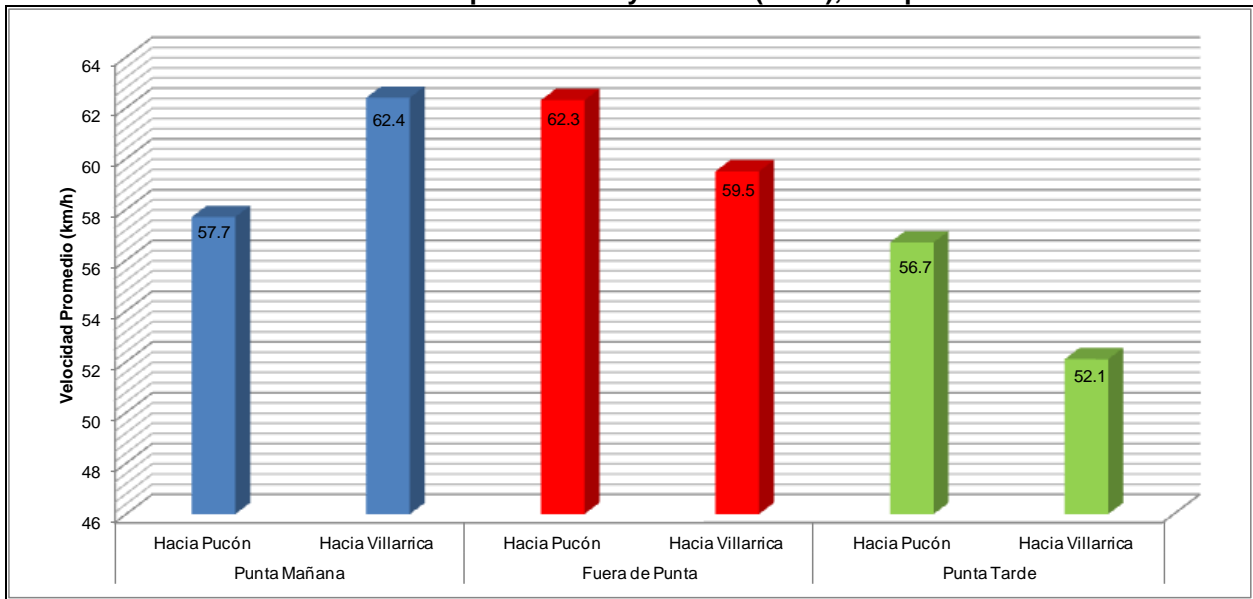
Fecha	Día	Longitud tramo (km)	Período	Sentido	Hora Inicio	Velocidad Promedio (km/h)	Tiempo promedio de Viaje (min)
12/05/2015	Martes	23,0	Punta Mañana	Hacia Pucón	7:50	65,3	21,1
				Hacia Villarrica	9:21	70,6	19,6
			Fuera de Punta	Hacia Pucón	11:51	74,1	18,6
				Hacia Villarrica	12:39	66,1	20,9
			Punta Tarde	Hacia Pucón	18:16	73,4	18,8
				Hacia Villarrica	19:08	66,2	20,9

Fuente: Elaboración Propia

En temporada alta, se puede apreciar que la velocidad promedio se encuentra entre los 52,0 km/h y 62,4 km/h, donde la mayor velocidad y, por ende, menor tiempo de viaje, se concentra principalmente en el periodo Fuera de Punta (menor congestión) y, a su vez, en Punta Mañana pero en sentido hacia Villarrica.

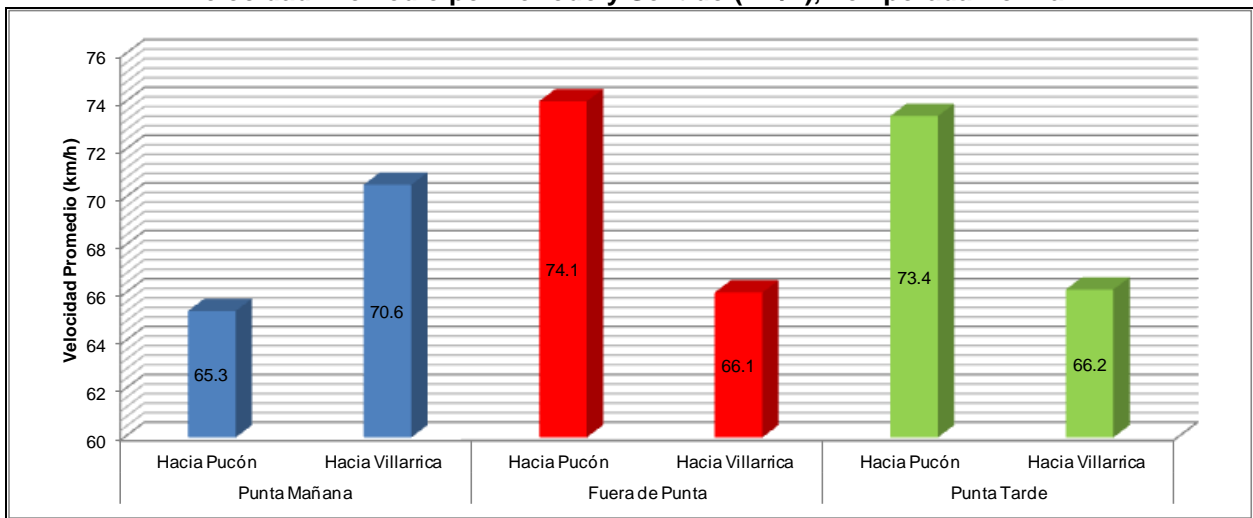
Para temporada normal las velocidades aumentan respecto a la temporada alta, conllevando un menor tiempo de viaje (menos turistas en la zona).

Figura Nº 28
Velocidad Promedio por Periodo y Sentido (km/h), Temporada Alta



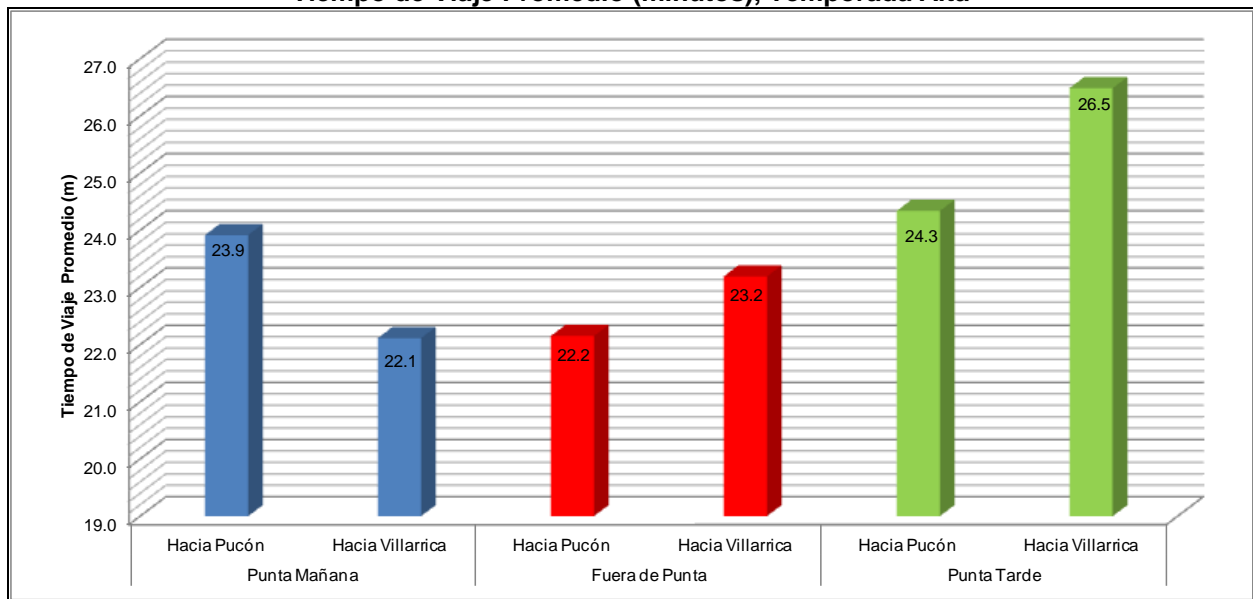
Fuente: Elaboración Propia

Figura Nº 29
Velocidad Promedio por Periodo y Sentido (km/h), Temporada Normal



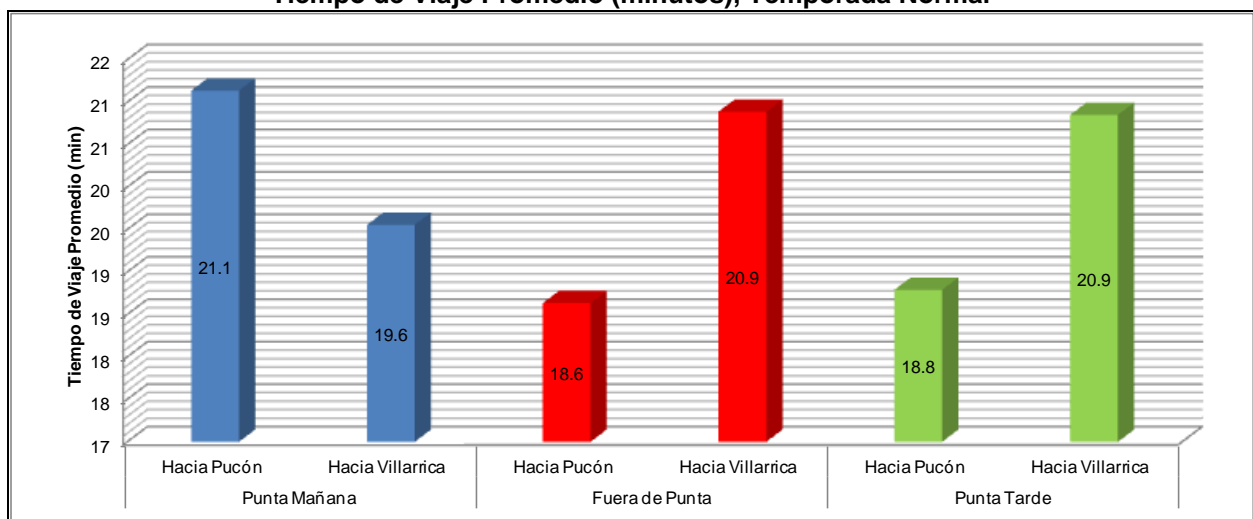
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 30
Tiempo de Viaje Promedio (minutos), Temporada Alta



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 31
Tiempo de Viaje Promedio (minutos), Temporada Normal



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6 Longitud de Cola

Las mediciones de longitudes de cola vehiculares se realizaron durante los días 22 y 24 de febrero del 2015 y en los horarios representativos de cada uno de los períodos definido para la modelación de tránsito, para cada punto propuesto.

El detalle de la ubicación de los puntos de medición se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N° 23
Ubicación y Fechas Mediciones de Longitud de Cola Vehicular

Punto de Control	Intersección	Fecha de Medición
	Vía Principal	
1	Acceso a Pucón desde Villarrica	22-02-2015 / 24-02-2015
2	Acceso a Pucón desde el Oriente	
3	Acceso a Villarrica desde el Poniente	

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 32
Distribución Espacial de Puntos de Mediciones de Longitud de Cola Vehicular



Fuente: Elaboración Propia

Complementariamente, los puntos de control y las líneas de detención incluidas en estas mediciones, se esquematizan en las siguientes figuras con sus respectivos códigos de identificación.

Figura N° 33
Diagrama de Movimientos de Puntos de Longitud de Cola



Fuente: Elaboración Propia

Para cada punto de control seleccionado, las mediciones se realizan en todas las pistas existentes, de acuerdo al siguiente procedimiento.

Para las intersecciones semaforizadas existen dos tipos de colas de vehículos que deben ser registradas en la medición; éstas corresponden a la cola media máxima y a la cola excedente. Para el caso de la cola excedente, se considera la contabilización de todos los vehículos que se encuentren en cola al comienzo del rojo efectivo, mientras que la cola media máxima corresponde al número de vehículos que se encuentran en cola al inicio del verde efectivo. En el caso del presente estudio, no se considera cola excedente, puesto que en los 3 puntos de control mencionados no se cuenta con intersecciones semaforizadas.

En la tabla siguiente, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en cada punto de control y período de medición (PM: Punta Mañana y PT: Punta Tarde), en términos de la longitud de cola máxima, para cada tipo de vehículo analizado.

Tabla N° 24
Resumen de Mediciones de Longitud de Cola Vehicular (Vehículos)

LABORAL								
PC	SENTIDO	PERIODO	PISTA 1			PISTA 2		
			COLA MAXIMA			COLA MAXIMA		
			VL	CAMIONES	BUS	VL	CAMIONES	BUS
1	Desde Villarrica	PM	0,976	0,268	0,195	0,571	0,268	0,171
		PT	1,902	0,180	0,131	1,049	0,131	0,098
2	Desde Caburga	PM	1,073	0,244	1,073	0,805	0,122	0,098
		PT	2,279	0,197	2,279	0,770	0,115	0,066
3	Acceso a Villarrica	PM	1,512	0,195	1,512	0,000	0,000	0,000
		PT	2,361	0,180	2,361	0,000	0,000	0,000
DOMINGO								
PC	SENTIDO	PERIODO	PISTA 1			PISTA 2		
			COLA MAXIMA			COLA MAXIMA		
			VL	CAMIONES	BUS	VL	CAMIONES	BUS
1	Desde Villarrica	PM	1,390	0,244	0,195	1,146	0,146	0,171
		PT	3,590	0,164	0,197	1,279	0,115	0,082
2	Desde Caburga	PM	1,293	0,268	0,220	1,073	0,122	0,073
		PT	3,984	0,148	0,361	0,787	0,098	0,066
3	Acceso a Villarrica	PM	1,854	0,122	0,293	0,000	0,000	0,000
		PT	3,115	0,197	0,246	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración Propia.
VL: Vehículos livianos

De la tabla anterior se puede apreciar que los resultados no fueron satisfactorios, dado que no se puede apreciar ningún tipo de cola para los periodos "peak" analizados.

Esto se debe a que la fecha en que se realizaron las mediciones (penúltimo fin de semana de febrero) no pudo capturar ni reflejar lo que se puede apreciar en la época donde los turistas colapsan las vías y entorno de Pucón y Villarrica, por lo que se asume que la fecha en que se realizaron las mediciones, los turistas ya se habían retirado, en su mayoría, a sus lugares de origen post vacaciones.

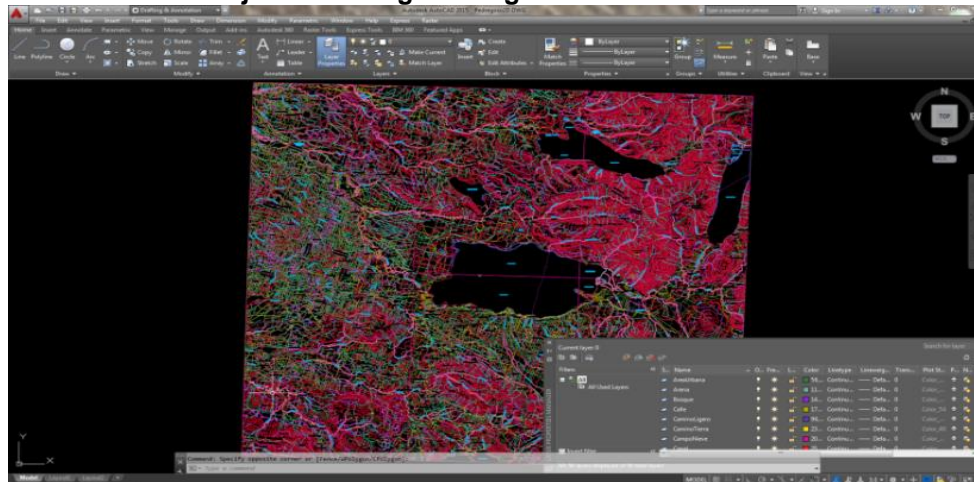
5.2 ESTUDIO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS

5.2.1 Topografía

La base topográfica utilizada para el estudio preliminar de alternativas corresponde a cartografía IGM escala 1:50.000. Esta base cartográfica contiene una cantidad considerable de coberturas, curvas de nivel (cada 50 metros), red vial y vegetación, entre otros. Considerándose específicamente de las cartas:

- G093: Coipué
- G094: Lago Huilipilum
- G095: Nevados de Caburga
- G102: Huis capi
- G103: Villarrica
- G104: Pucón

Figura N° 34
Muestra de Trabajo con Cartografía Digital IGM formato DWG en AUTOCAD



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Geotecnia y Mecánica de Suelos Preliminar

La geología de los terrenos del lago norte está dominada por los procesos glaciales que excavaron su curso en macizos volcánicos del Terciario inferior. Al retirarse los hielos el glaciar dejó su carga sólida en morrenas que dominan los suelos por ambos lados del lago Villarrica, identificados por las unidades Q1g1, de color amarillo pálido en la figura siguiente. Por el lado sur estos depósitos se interrumpen con incursiones muy recientes de lavas del volcán Q3I, de color morado-violeta en la Figura N° 17. Por el lado norte no hay tales interrupciones y la morrena se presenta limpia y con topografía bastante suave, muy favorable para los propósitos de desarrollar un camino de alto estándar.

Figura N° 35
Plano geológico sector Lago Villarrica.



Fuente: Plano Geológico de Chile 2003

En términos generales los tipos de materiales que caracterizan el trazado por el lado norte del Lago Villarrica, principalmente junto al cauce del río Pedregoso que ha excavado su cauce entre el borde de la morrena y el pie de los montes de lava. A efectos de ilustrar la discusión, se presenta la imagen Google de la Figura N° 18, en algunos casos apoyados en fotografías del terreno.

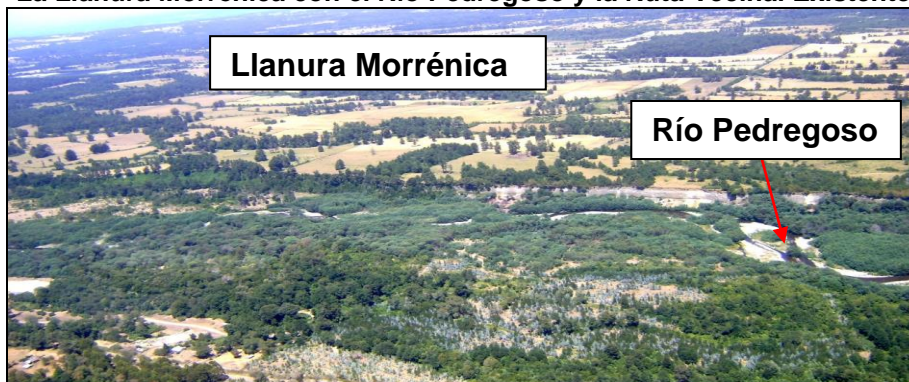
Figura N° 5-1
Corredor por el lado norte del Lago Villarrica



Fuente: Elaboración propia sobre cartografía Google Earth

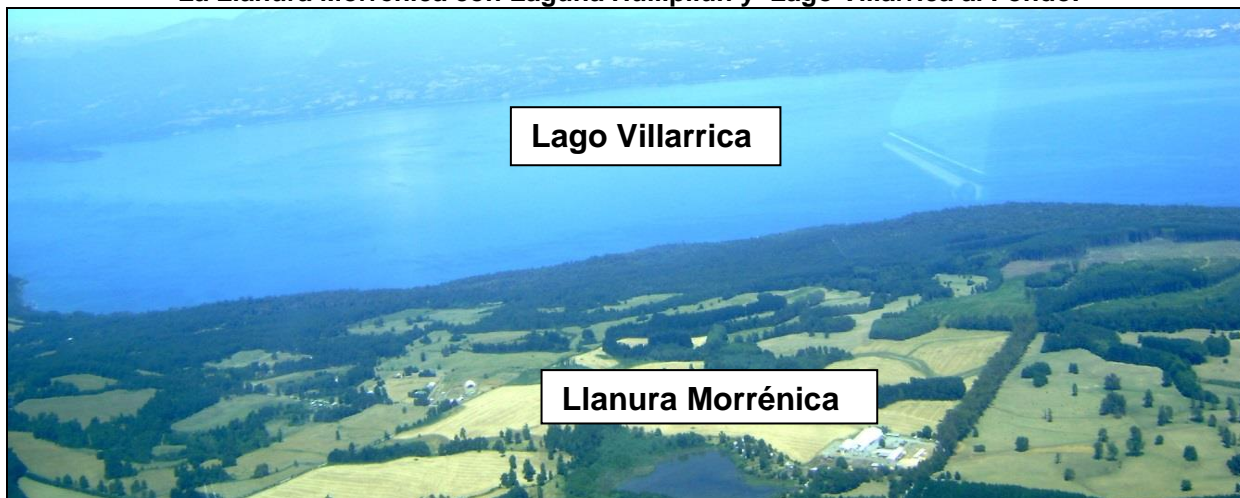
El inicio de las alternativas corresponde al encuentro del río Pedregoso con el río Cautín sobre la Ruta 199-CH, desde donde transcurren hacia el oriente. Una de las alternativas se desarrolla sobre la ruta S-553, este tramo que se podría denominar la **llanura morrénica**, tiene una topografía poco accidentada que se mantiene sin variación por aproximadamente el 50% del trazado, hasta el cruce con el estero Quelhue. Las condiciones geotécnicas son las de un suelo natural de naturaleza variable, con presencia de arenas gravas y suelos finos, con ocasionales trozos grandes de roca, propios de acarreo fluvio-glaciales y materiales firmes y cementados de la morrena glacial.

Figura N° 36
La Llanura Morrénica con el Río Pedregoso y la Ruta Vecinal Existente



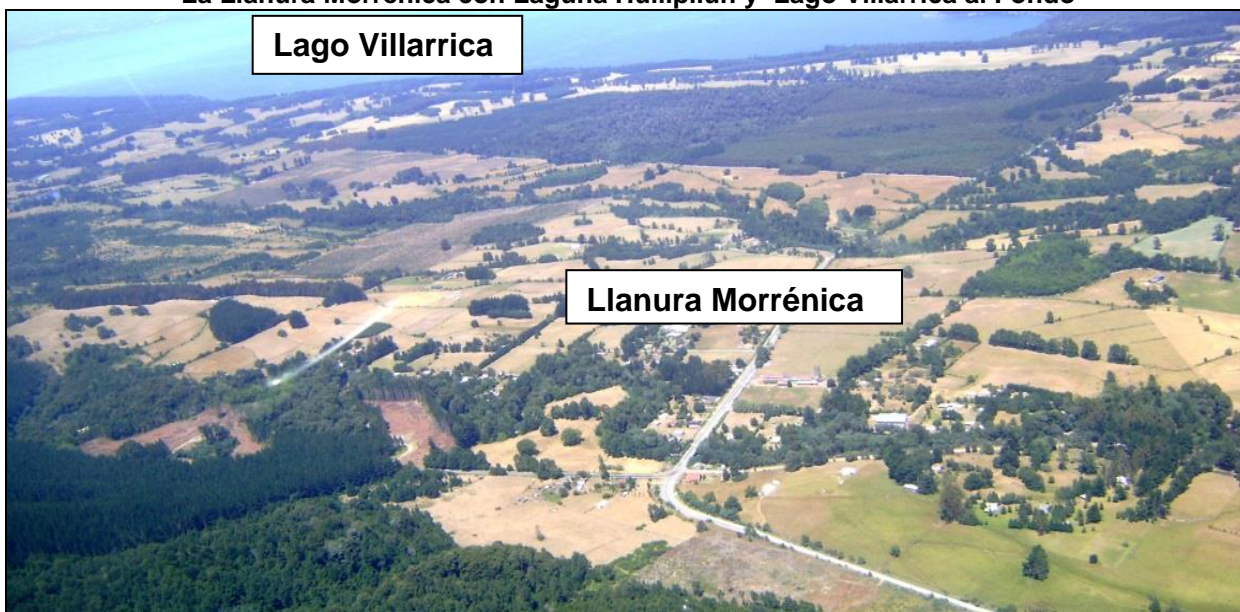
Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

Figura N° 37
La Llanura Morrénica con Laguna Huilipilun y Lago Villarrica al Fondo.



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

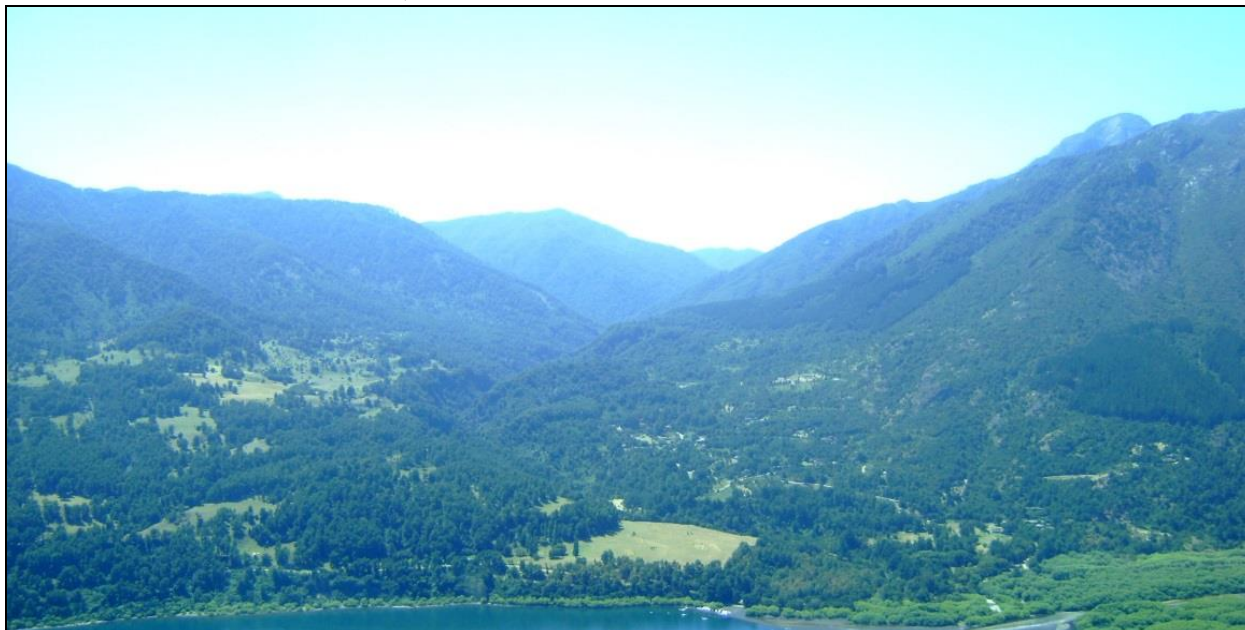
Figura N° 38
La Llanura Morrénica con Laguna Huilipilun y Lago Villarrica al Fondo



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

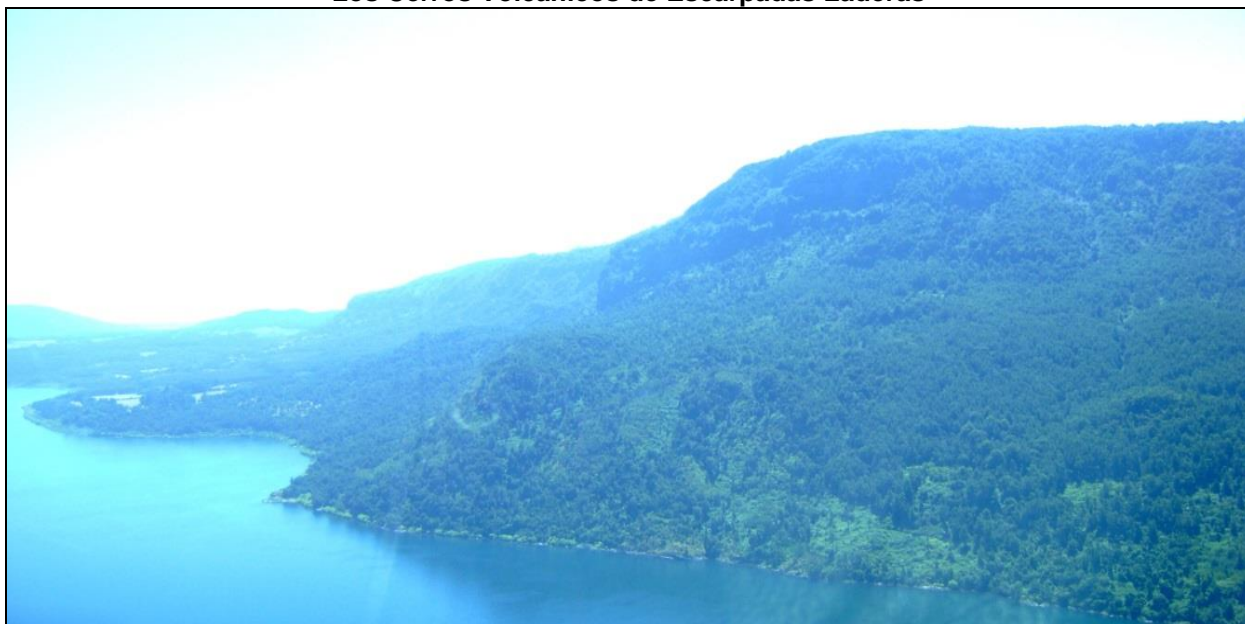
Pasado el río Quelhue se llega al sector de cerros de roca volcánica, de difícil topografía y escarpadas laderas. La plataforma del camino deberá conformarse en cortes abiertos con uso de explosivos y taludes de alta pendiente. Es posible que se encuentren puntos localizados de escombreras inestables, no visibles por la tupida vegetación.

Figura N° 39
Sector Río Quelhue. Límite Oriental de la Llanura Morrénica



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

Figura N° 40
Los Cerros Volcánicos de Escarpadas Laderas



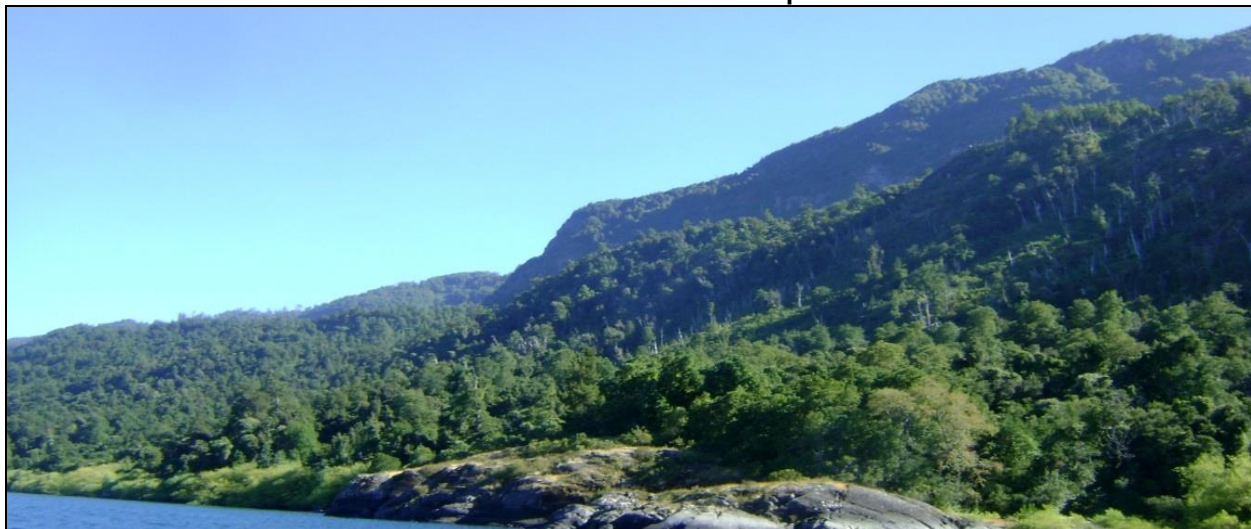
Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

Figura N° 41
Sector de Cerros Volcánicos con Tupida Vegetación Natural.



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

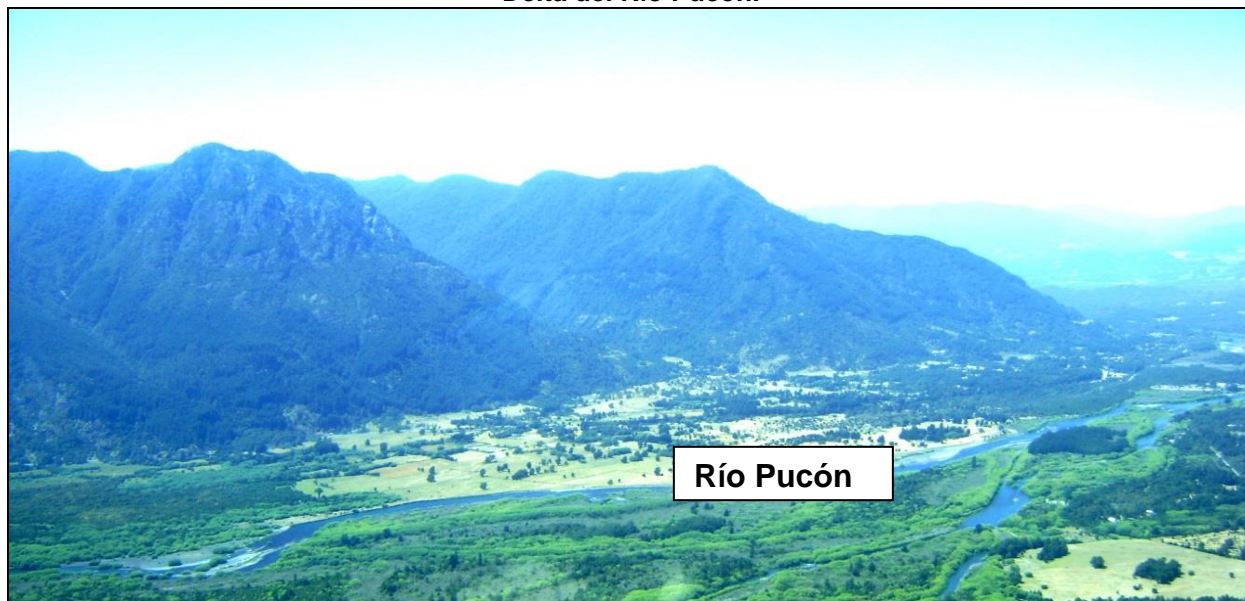
Figura N° 42
Domo de Roca Sana con Señales de Pulimiento por el Paso del Glaciar.



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

Hacia el rincón nororiente del lago Villarrica es importante destacar la existencia de un intrusivo granítico, de color rojo en el mapa de la Figura N° 36, del que se informó en terreno tiene aptitudes para cantera de roca sana y que se habrían obtenido de allí las rocas para la defensa fluvial que se apreció en un sector de la desembocadura del río Pucón.

Figura N° 43
Delta del Río Pucón.



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

Figura N° 44
Sedimentos Granulares aptos para Empréstito en el Delta del Río Pucón



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

En el delta mismo del río Pucón se apreciaron depósitos de suelos finos estratificados como los de la fotografía siguiente, que se interpretan serían el resultado de crecidas recurrentes del lago Villarrica. Se puede colegir de esta observación que todo el delta es un área inundable, a tener en cuenta en la definición de la rasante del camino que lo cruce.

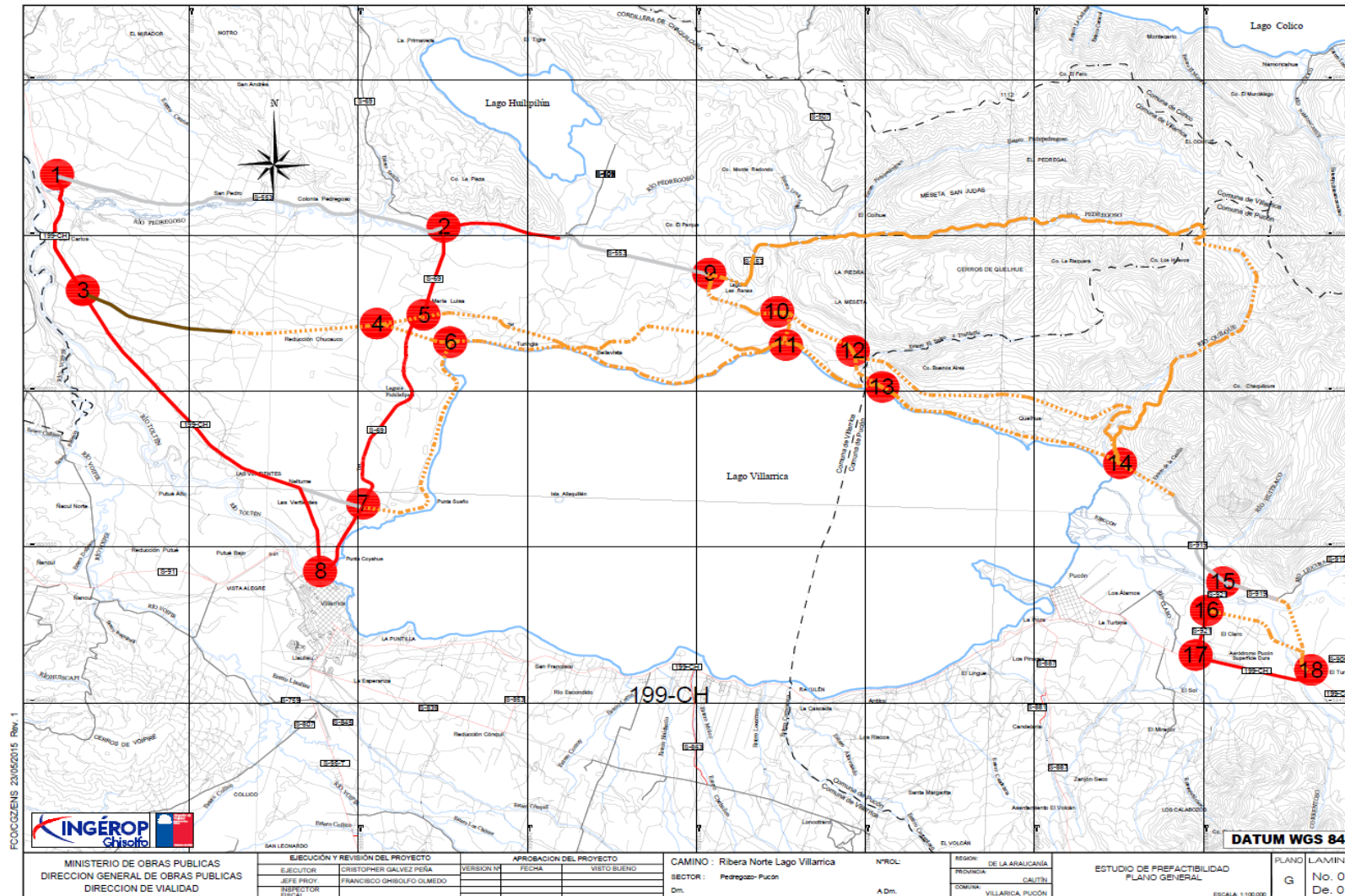
Figura N° 45
Sedimentos Arenosos Finos y Limos producto de la sedimentación del Rio Pucón y Lago Villarrica en Crecida.



Fuente: Archivo del consultor (Marzo 2016)

En particular a la red de corredores, se puede efectuar el siguiente análisis:

Figura N° 46
Red de Nodos Alternativas



Fuente: Elaboración propia

- Desde el encuentro del río Pedregoso con el río Cautín sobre la Ruta 199-CH, hacia el oriente, los tramos definidos por los números consecutivos 1 a 12 se desarrollan sobre la llanura morrénica, que se caracteriza por una topografía poco accidentada hasta el cruce con el estero Quelhue. Las condiciones geotécnicas son las de un suelo natural de naturaleza variable, competente desde prácticamente la base de la capa vegetal, que se estima de unos 0,5 m de espesor nominal. Estos materiales morrénicos están dominados por arenas gravosas y suelos finos, con ocasionales trozos grandes de roca, propios de acarrees fluvio-glaciales, en general firmes y ocasionalmente cementados.
- Pasado el río Quelhue se llega al sector de cerros de roca volcánica, de difícil topografía y escarpadas laderas. Es el caso de las alternativas 9 – 14, 12 – 14 y 13 – 14. En principio, la plataforma del camino deberá conformarse en cortes abiertos con uso de explosivos y taludes de alta pendiente. Es posible que se encuentren puntos localizados de escombreras inestables, no visibles por la tupida vegetación.
- Las alternativas 15 – 16 – 18 transcurren sobre el delta del río Pucón, en el que se apreciaron depósitos de suelos finos estratificados que serían el resultado de crecidas recurrentes del lago Villarrica. A mayor profundidad se deben esperar depósitos arenosos típicamente fluviales, con napa de agua superficial, a ser reconocidos con sondajes geotécnicos y ensayos de penetración estándar.
- Es posible que la alternativa 17 – 18 comprometa sedimentos de origen aluvial y laháricos, descendidos de las laderas del volcán Villarrica, los que están conformados por secuencias de capas arenosas compactas, con cantidades variables de gravas subangulosas y subredondeadas, insertas y dispersas en la matriz de arena. El espesor de estos depósitos es para todo fin práctico, indefinido.

5.2.3 Riesgos Volcánicos

En cuanto al peligro volcánico en el área de estudio es producto del volcán Villarrica. Es importante destacar que el centro poblado de Pucón presenta un alto riesgo ante futuras erupciones volcánicas condicionando con ellos su desarrollo y expansión.

Figura N° 47
Peligros Volcánicos



Fuente: Estudio de Prefactibilidad Habilitación Troncal Ruta Interlagos, Provincias de Malleco y Cautín, IX Región de la Araucanía, Trasa Ingeniería.

ZONAS VULNERABLES

Zonas con muy alto peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares:

Esteros

- El Turbio: ubicado camino hacia Caburgua.
- El Correntoso: ubicado camino hacia Villarrica.

Sectores

- Zona urbana de Pucón: comprendida entre el estero Turbio y el Carmelito. Pucón Oeste, Condomio Suizo.
- Sector Fundo La Cascada

Zonas con alto peligro de ser afectados por lavas y/o lahares:

Esteros

- Zanjón Seco, estero Candelaria, El Mirador (La Cascada), río Palguín.

Sectores

- Los Alerces (tres esquinas- eco parque), Los Nevados incluyendo el río Palguín, El Claro, Arrayanes, jardines del Claro, Villa Entre Ríos, Bomberos de Chile, Villa Trancura, los Castaños y centro de la ciudad de Pucón.

Zonas con moderado peligro de ser afectados por lavas y/o lahares:

Esteros

- Zanjón Seco en las cotas altas, ya que las bajas son consideradas de alto peligro.

Sectores

- Antumalal, el Sol, Lago Villarrica, Palguín Bajo y Palguín Alto, Llafenco, entre el estero Candelaria y el Volcán hacia las cotas altas.

Zonas con bajo peligro de ser afectados por lavas y/o lahares:

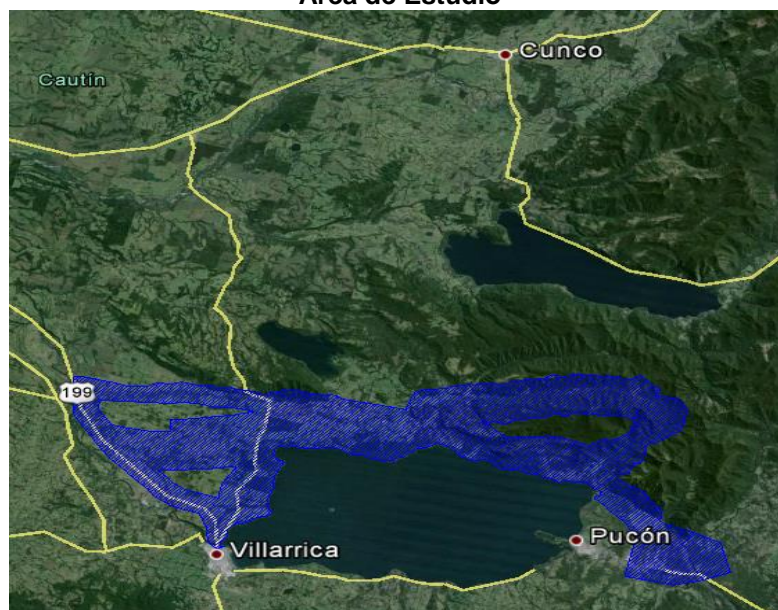
Sectores

- San Luís, Menetúe, Río Blanco, Caburgua, Quelhue, Península de Pucón, Los Calabozos y las zonas altas de los sectores rurales de la comuna.

5.2.4 Restituciones Aerofotogramétrica Escala 1:5.000

El área de interés se encuentra ubicada en la IX Región de la Araucanía, Provincia de Cautín, comunas de Villarrica y Pucón en la Ribera norte del Lago Villarrica. La superficie total es de 24.000 Ha. aprox.

Figura Nº 48
Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia.

La Metodología para la generación de cartografía a partir de imágenes satelitales estereoscópicas WorldView-2 y Geoeye, fue la siguiente:

- Adquisición de Imágenes Satelitales Ortorectificadas.
- Ecuilización de histograma de las ortofotos.
- Extracción de Modelo Digital de Elevación
- Generación de Curvas de Nivel.
- Dibujo de Planimetría sobre ortofotos.

5.3 ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL

5.3.1 Estimación de Requerimientos de Conexión Vial

Las Bases del Concurso establecen que el proyecto formará parte de un corredor vial, denominado “Red Interlagos”, que va perfilando, en un mediano o largo plazo la circunvalación del lago Villarrica, en la medida que lo justifique la demanda, es un proyecto con interés turístico y de estrategia regional. Esta conexión por la ribera norte del lago Villarrica es un proyecto emblemático para la Región de la Araucanía, que cuenta con el respaldo del Gobierno Regional.

El presente estudio se concentra en sí, entre los sectores de María Luisa en el sector poniente comuna de Villarrica y río Turbio por el sector oriente comuna de Pucón. Los puntos extremos coinciden con los cruces de las rutas 199-CH.

El cruce de esta ruta deberá considerar las nuevas obras proyectadas y que se construirán prontamente relativas a una tercera pista.

Para ello, la estimación de los requerimientos se hace sobre la base de las recomendaciones del Manual de Carreteras, las especificaciones de los Términos de Referencia del estudio y la experiencia del Consultor.

Las alternativas planteadas se han conformado por la ribera norte del lago Villarrica, en 2 niveles, el primer nivel corresponde a bordear el lago y la segunda en una cota de 500 m. aproximadamente.

5.3.2 Análisis Para la Elección del Perfil Tipo

Según la Clasificación Funcional definida por la Dirección de Vialidad se determinó que el presente proyecto corresponderá a un camino de tipo Colector.

El diseño geométrico se realizó en consideración a la Clasificación Funcional, para lo cual se cumplirá con lo señalado en tablas 3.103.3A “Características Típicas de las carreteras y caminos según clasificación funcional”.

El análisis para la elección del perfil tipo a adoptar se hizo sobre la base de las recomendaciones del Volumen III del Manual de Carreteras (MC-V3) y la determinación de la velocidad de proyecto, que será la adecuada para cumplir con los objetivos de la preinversión.

5.3.3 La Velocidad de Proyecto VP

La velocidad de proyecto V_p , es la que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado bajo condiciones de seguridad y comodidad. El concepto será usado para los efectos del Sistema de Clasificación Funcional para Diseño, a fin de indicar el estándar global asociado al camino y para definir los parámetros mínimos aceptables bajo las condiciones definidas.

La velocidad específica V_e se aplicará a los elementos curvos de la planta.

La velocidad de operación V_{op} es la velocidad media de desplazamiento en un tramo para la V_p dada, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, del estado del pavimento, meteorológicas y el grado de relación del camino con otras vías y con la propiedad adyacente. Este concepto está asociado a la evaluación de la calidad de servicio que brinda el camino, medido como “Capacidad y Nivel de Servicio”.

La velocidad percentil 85, $V_{85\%}$, es aquella no superada por el 85% de los usuarios en un tramo de características homogéneas bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, del estado del pavimento, meteorológicas y el grado de relación del camino con otras vías y con la propiedad adyacente. Cuando dichas condiciones no imponen restricciones, la $V_{85\%}$ suele ser mayor que V_p si no hay control policial habitual. Vale decir, el 85% de los usuarios circula a la $V_{85\%}$ o menos y el 15% de los usuarios supera dicha esta velocidad.

Dentro del alcance del estudio de preinversión se empleará la V_p definida con las recomendaciones de MC-V3 y la V_e se considerará igual a ella, excepto en alguna condición muy particular donde se expresará con su propio valor pertinente.

Respecto de V_{op} y de $V_{85\%}$, dentro del ámbito del estudio, se cuidará que los trazados preliminares de las alternativas faciliten que ambas sean del mismo valor que V_p .

La elección de una velocidad V_p que se aparte de la óptima se reflejará en una disminución de la rentabilidad del proyecto. El MC-V3 recomienda que *“si un sector extenso de camino Colector o Local, que puede llegar a ser pavimentado, se emplaza en un terreno muy favorable, sus elementos deberán proyectarse con valores más amplios, correspondientes a unos 10 a 20 km/h por sobre la V_p que le corresponde, ...”* Este concepto, para el estudio que se está emprendiendo, será considerado pues se entiende que aportará a la rentabilidad.

Siguiendo el Sistema de Clasificación de la Tabla 3.103.201.A del MC-V3, se considerará la misma clasificación funcional para todas las alternativas la que corresponderá a un camino colector, con una calzada de dos pistas bidireccional, debido a que se tratará de un camino con tránsito y composición variable según tipo de actividad, principalmente Turística. La elección de $V_p = 80$ se basa en que uno de los objetivos globales del estudio es que se trata de un tramo del corredor que se desarrolla desde Villarrica a Pucón dentro de la Red Interlagos, por lo que conllevará un interés turístico.

Por otro lado, se ha considerado una velocidad de proyecto de 80 km/h, incorporándose los resguardo en seguridad vial debido a que el camino pasará en las cercanías de sectores poblados y por desarrollarse, lo que implica la existencia de un cierto grado de roce lateral.

Por otro lado, en las etapas de diseño de las alternativas se estudiarán las intersecciones de la en el sector de María Luisa de la ruta 199-CH con la S-553 y en el sector de río Turbio la intersección de la nueva ruta con la 199-CH y la S-905.

Para la categoría de camino local definida precedentemente para este proyecto, el Manual de Carreteras no se refiere a los Accesos Directos con otras rutas, por lo que el estándar de dichos accesos será de común acuerdo con la Inspección Fiscal.

En concordancia con lo expuesto, siguiendo la Tabla 3.103.3.A, se resumen a continuación las características típicas del camino a diseñar según la clasificación funcional:

Tabla N° 25
Características Típicas del Camino a Diseñar

Parámetro	Valor
Categoría	Local
V_p	80 km/h
Tipo de terreno	Llano
Pista de tránsito	Bidireccional
Servicio al tránsito de paso	Continuidad de tránsito consideración secundaria.
Servicio a la propiedad adyacente	Consideración primaria
Se conecta con	Primarios, Colectores, Locales, Desarrollo.-
Tipo de conexión	(Intersección) Acceso Directo
Nivel de servicio años iniciales	N/A
Nivel de servicio años horizonte	N/A
Tipo de flujo	Restringido por Movimientos Desde y Hacia la Propiedad
V_{op} , rango probable	60 – 80 km/h
TMDA típico al año inicial	Tránsito y composición variable según tipo de actividad: Agrícola, Turística.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, siguiendo el numeral 3.103.4 del MC-V3, además de atender lo expuesto en el capítulo de Análisis estratégico del estudio, es conveniente señalar que la $V_p = 80$ km/h elegida es compatible con los trazados.

No obstante lo señalado anteriormente el diseño deberá contemplar el diseño por etapas, siendo la velocidad indicada la que define los parámetros mínimos a utilizar, privilegiando el uso de parámetros superiores. El trazado completo deberá efectuarse para la mayor velocidad posible acorde con la topografía del sector y en aquellos sectores más restrictivos se podrá efectuar en una primera fase el diseño para los parámetros mínimos pero dejando la faja reservada para que en fases posteriores se pueda materializar el diseño definitivo.

5.3.4 El Perfil Tipo

Por las consideraciones expuestas anteriormente, resulta el siguiente resumen de parámetros de diseño mínimos en planta y alzado y las características de la sección transversal, de acuerdo a las Tablas 3.201.5.A y 3.201.5.B:

Tabla N° 26
Parámetros de Diseño Mínimos en Planta y Alzado
y Características de la Sección Transversal

Parámetro	Valor
V_p	80 km/h
Distancia parada, $i = 0\%$	70 m
Distancia adelantamiento	370 m
Radio mínimo de curva, R	120
Peralte máximo	7%
Parámetro mín. Clotoide, R_{min}	48/68 m
Pendiente máxima	8%
Curva vertical convexa, K_v	1.200 m
Curva vertical cóncava, K_c	1.400 m
Curva vertical cóncava (Iluminación Artificial), K_{ci}	950
Curva vertical convexa por Adelantamiento, K_a	14.900 m
Bombeo	2%
Inclinación de la berma en recta	Igual al bombeo de la calzada
Inclinación de la berma en curva	Igual al peralte de la calzada
Ancho del s.a.p.	0,5 m
Inclinación del s.a.p.	Tabla 3.302.402.A del MC-V3
Talud interior de la cuneta	pic = 0,4 m/m; talud V:H=1:2,5
Ancho de las pistas de la calzada	3,5 m
Berma exterior	2,0 m
Ancho total de la plataforma a nivel de rasante	A definir en función de los perfiles tipos a definir en acuerdo con la Inspección Fiscal en la medida que se pueda establecer un solo perfil para todos los tramos en estudio.

Fuente: Elaboración Propia

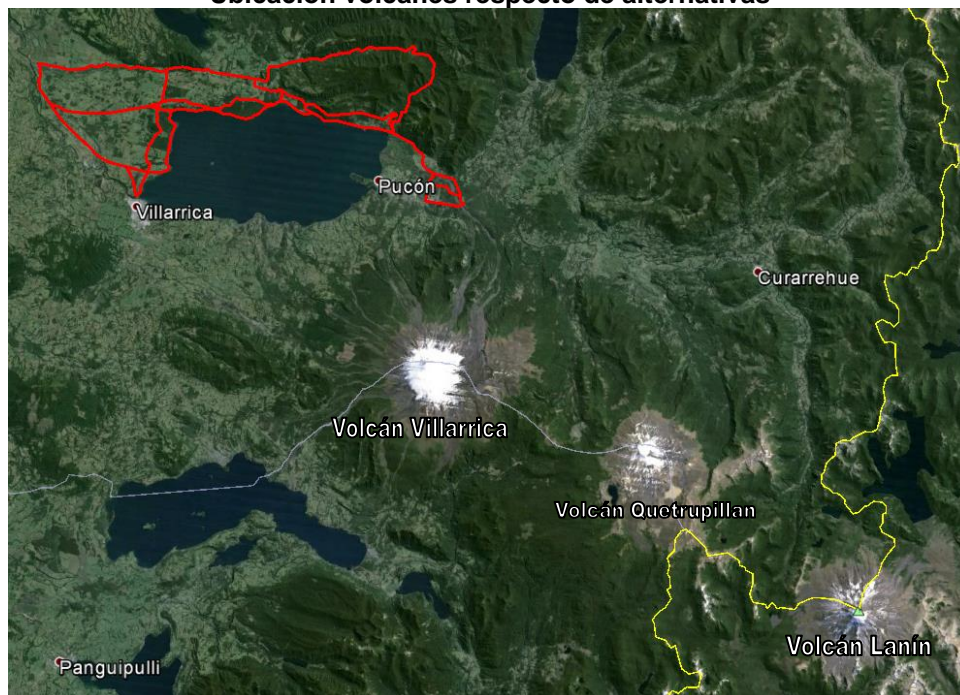
El perfil tipo propuesto está de acuerdo con la sugerencia de los Términos de Referencia del estudio, indicados anteriormente.

5.3.5 Perfil Tipo Propuesto

El área de estudio cuenta con un elemento paisajístico común para todos los tramos identificados, la vista hacia el lago Villarrica y a la ribera sur en donde se observan los volcanes Villarrica, Quetrupillan y Lanín.

Figura N° 49

Ubicación volcanes respecto de alternativas



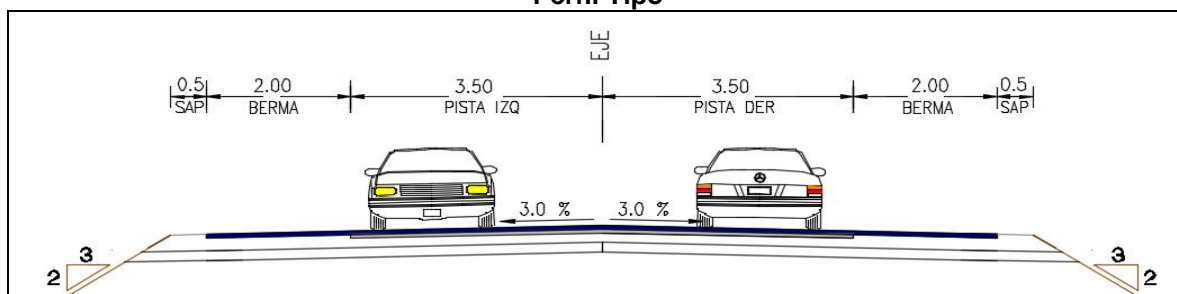
Fuente: Elaboración propia sobre Google Earth

Debido a ello, debemos considerar que la propuesta de perfil tiene como concepto el desarrollo de una ruta de carácter local turístico la cual desarrollara la especificación de sus anchos y equipamientos según los espacios y requerimientos disponibles en la alternativa que eventualmente sea seleccionada, motivo por el cual la aplicación del perfil sobre los tramos identificados en esta instancia, es solo referencial.

Se han elaborado 5 corredores de corredores, para los cuales se han determinado en la presente entrega 1 perfil tipo genérico a aplicar.

El perfil tipo propuesto se compone de pistas de 3,5m., bermas de 2m. y SAP de 0,5m. y se muestran a continuación. Además de formar parte del anexo 2.5 del presente capítulo.

Figura N° 50
Perfil Tipo



Fuente: Elaboración propia.

La materialización del firme o paquete estructural, podrá efectuarse por etapas en función principalmente de los requerimientos que tenga el nivel de tránsito en el tiempo.

Se podrá por lo tanto programar en distintos cortes temporales o cuando los ejes equivalentes acumulen un cierto valor, el agregar capas sucesivas hasta completar el diseño total de la ruta.

De esta forma la inversión en la ruta podrá programarse en el tiempo y posponer una alta inversión inicial en función como se dijo de las necesidades de la ruta.

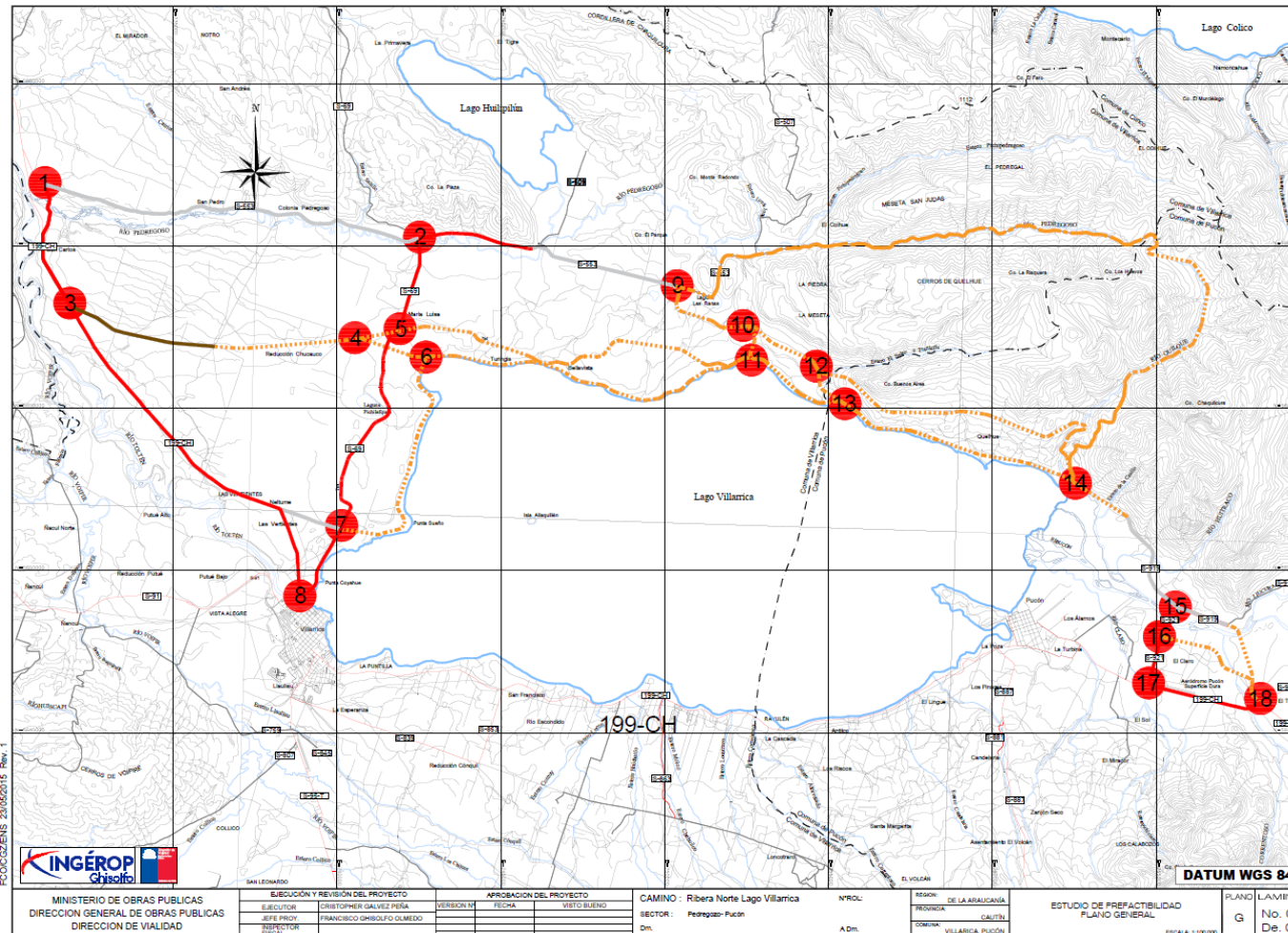
5.3.6 Velocidad de Diseño

En la presente etapa del estudio se ha considerado una velocidad de proyecto de 80 km/h, no obstante el diseño deberá contemplar el diseño por etapas, siendo la velocidad indicada la que define los parámetros mínimos a utilizar, privilegiando el uso de parámetros superiores. El trazado completo deberá efectuarse para la mayor velocidad posible acorde con la topografía del sector y en aquellos sectores más restrictivos se podrá efectuar en una primera fase el diseño para los parámetros mínimos pero dejando la faja reservada para que en fases posteriores se pueda materializar el diseño definitivo.

5.3.7 Descripción de Corredores

De acuerdo a lo expresado anteriormente, se han propuesto 5 corredores a considerar, los que fueron conformados a través de la siguiente red de nodos:

Figura N° 51
Red de Nodos



Total Red de corredores		
NODO INICIO	NODO FIN	Longitud (km)
1	2	11,99
1	3	4,08
3	8	11,99
3	7	1,97
8	7	2,45
3	4	9,00
4	5	1,35
4	6	2,40
5	7	7,08
5	2	2,99
6	7	7,60
6	11	10,45
2	9	8,15
5	11	11,55
11	13	3,20
13	14	7,62
9	10	2,81
10	11	1,31
10	12	2,79
12	13	1,41
12	14	11,30
9	14	28,01
14	15	5,40
15	16	0,97
16	17	1,51
17	18	3,55
15	18	4,50
16	18	3,48
TOTAL (km)		170,92

Fuente: Elaboración propia

A continuación se describen los corredores:

Corredor N° 1: Vialidad Existente

El planteamiento principal del Corredor 1 consiste en que se desarrolla por la vialidad existente en mejores condiciones (pavimento asfáltico), y que se ha proyectado en 2 diferentes niveles, el primer tramo que va desde el María Luisa por la ruta 199-CH en dirección hasta antes del puente Leufulafquen, para luego tomar en dirección hacia el norte por la ruta S-69 desde Villarrica hasta Pedregoso (intersección con la S-553), mientras que desde este punto se desarrolla en sentido oriente – poniente el tramo desde Villa Alegre a la desembocadura del río Pucón. Desde este punto vuelve a descender hacia el sur desde el sector río Plata a Quelhue a través de la ruta S-919 y utiliza la infraestructura del puente Quelhue existente intersectando con la ruta 199-CH a través de la ruta S-921.

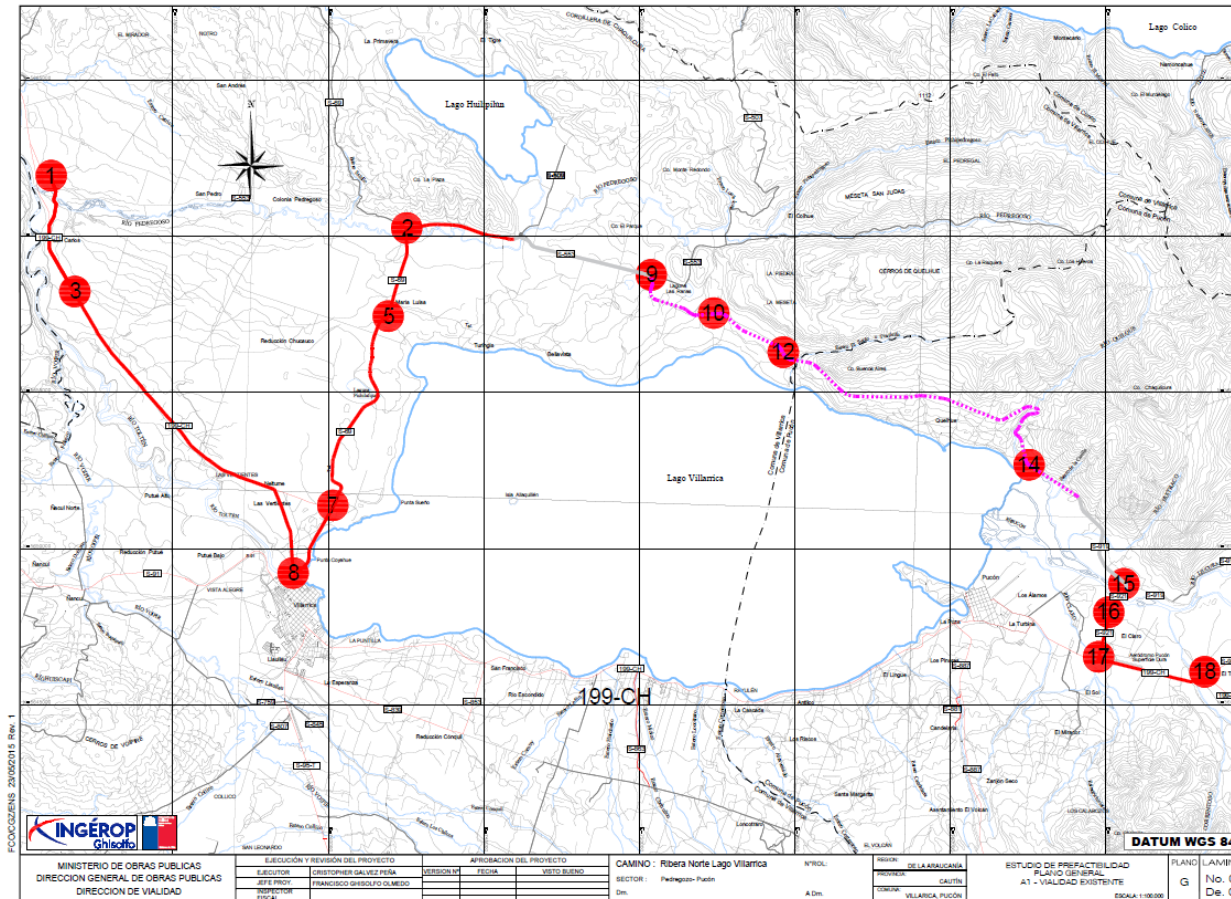
La longitud del corredor N°1 es de 65,07 km.

Tabla N° 27
Corredor N°1: Vialidad Existente

CORREDOR	NODO INICIO	NODO FIN	Longitud (km)	Pavimento	Vialidad Existente
Vialidad Existente	1	3	4,08	Asfalto	199-CH
	3	8	11,99	Asfalto	199-CH
	8	7	2,45	Asfalto	S-69
	7	5	7,08	Asfalto	S-69
	5	2	2,99	Asfalto	S-69
	2	9	8,15	Asf.(4) y Ripio	S-553
	9	10	2,81	---	---
	10	12	2,79	---	---
	12	14	11,30	---	---
	14	15	5,40	Ripio (3,5)	S-919
	15	16	0,97	Asfalto	S-921
	16	17	1,51	Asfalto	S-921
17	18	3,55	Asfalto	199-CH	
Longitud Total Corredor			65,07		

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 52
Corredor N°1: Vialidad Existente



Fuente: Elaboración propia.

Corredor N° 2: Ribereño

El planteamiento principal del Corredor 2 consiste en que se desarrolla por la ribera del lago Villarrica, comienza en el sector de María Luisa donde avanza hacia el sur por la ruta 199-CH hasta alcanzar puente Leufulafquen en la ciudad de Villarrica, antes de cruzar el punto vuelve a tomar rumbo norte pero esta vez a través de la ribera del lago siguiendo esta en sentido norte y posteriormente oriente – poniente, sin alejarse de la orilla, una vez alcanza la desembocadura del río Pucón desciende en sentido sur a través de la ruta S-919 cruza el puente Quelhue y atraviesa en diagonal a través de nueva vialidad hasta el sector de Río Turbio, por el costado norte del aeródromo de Pucón.

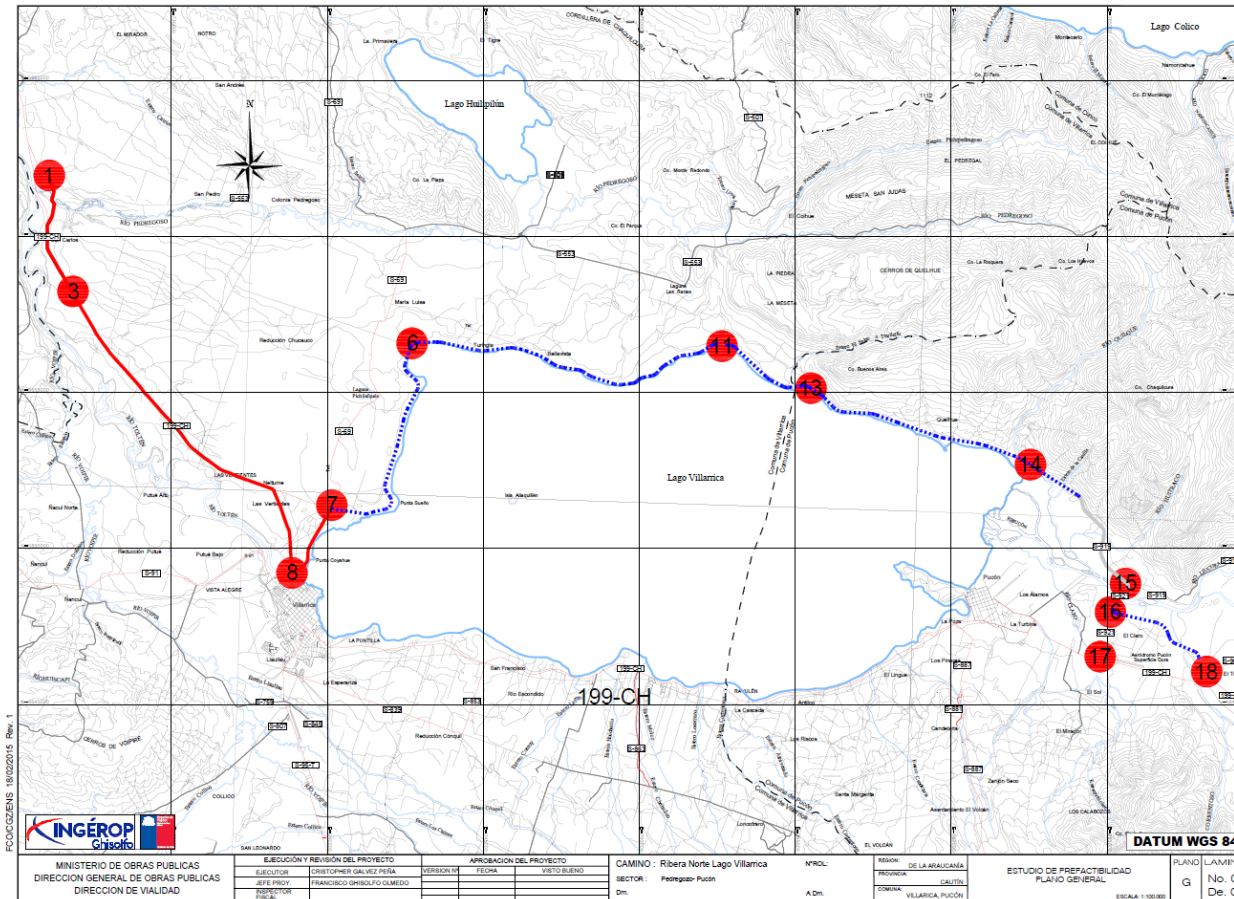
La longitud del corredor N°2 es de 57,50 km.

Tabla N° 28
Corredor N°2: Ribereño

CORREDOR	NODO INICIO	NODO FIN	Longitud (km)	Pavimento	Vialidad Existente
Ribereño	1	3	4,08	Asfalto	199-CH
	3	8	11,99	Asfalto	199-CH
	8	7	2,45	Asfalto	S-69
	7	6	7,60	---	---
	6	11	10,45	---	---
	11	13	3,46	---	---
	13	14	7,62	---	---
	14	15	5,40	Ripio (3,5)	S-919
	15	16	0,97	Asfalto	S-921
	16	18	3,48	---	---
Longitud Total Corredor			57,50		

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 53
 Corredor N°2: Ribereño



Fuente: Elaboración propia.

Corredor N° 3: Las 800

El planteamiento principal del Corredor N°3 consiste en que se desarrolla por la vialidad por el sector norte del lago, pero alejado de él, aprovechando la vialidad existente ruta S-553 y posteriormente pasando por detrás de los cerros de Quelhue.

Este corredor comienza su desarrollo en el sector de María Luisa en sentido oriente – poniente a través de la ruta S-533 que se desarrolla al lado norte del río Pedregoso, continuando a través de esta ruta hasta el sector denominado estero de Las Ranas en donde comienza a franquear los cerros del Quelhue por el lado norte, en una zona muy escarpada y de una complicada geografía, hasta retomar rumbo sur a partir de la ruta S-919 la que genera un nuevo puente sobre el río Liucura para intersectar con la ruta 199-CH y S-905 al lado poniente del aeródromo de Pucón.

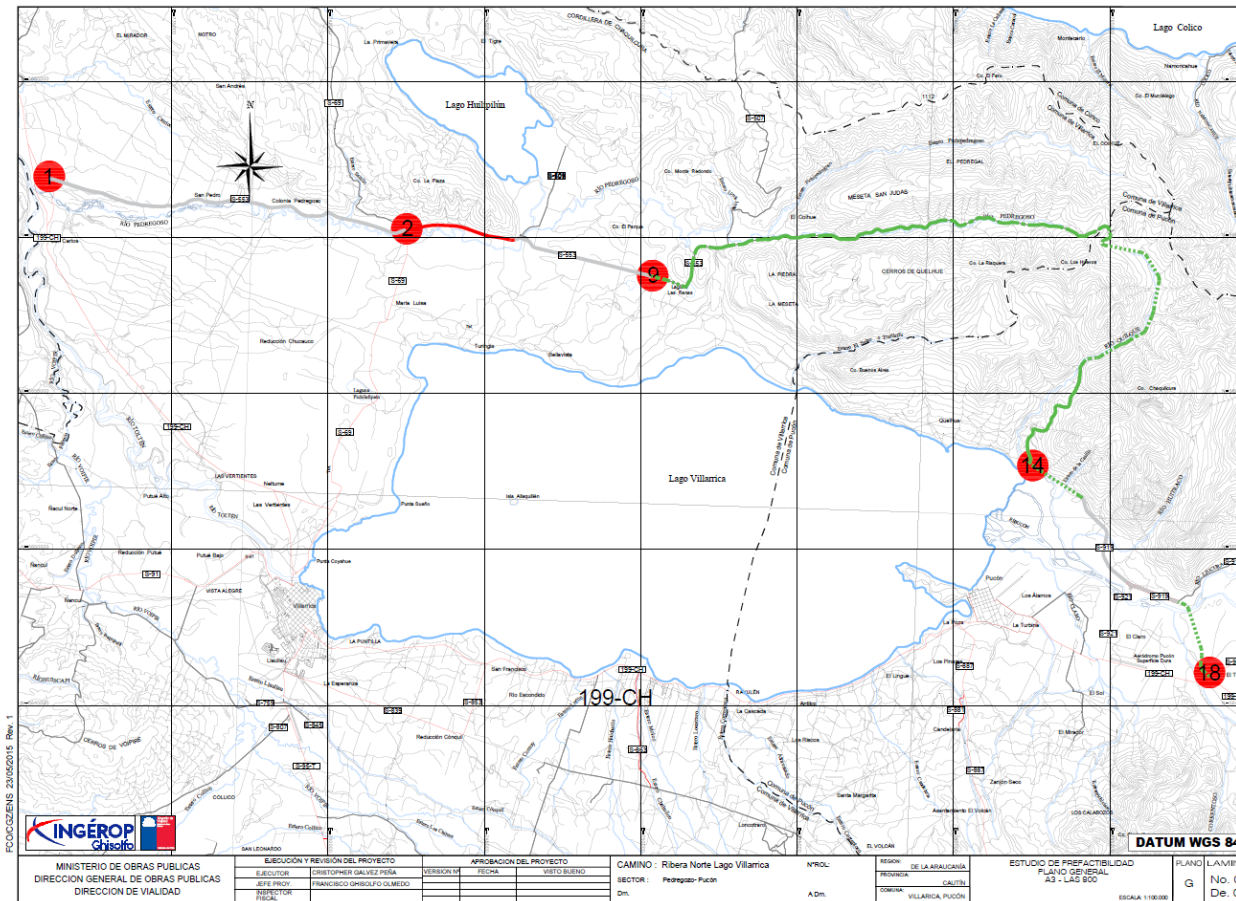
La longitud del corredor N°3 es de 58,05 km.

Tabla N° 29
Corredor N°3: Las 800

CORREDOR	NODO INICIO	NODO FIN	Longitud (km)	Pavimento	Vialidad Existente
Las 800	1	2	11,99	Ripio	S-553
	2	9	8,15	Asf.(4) y Ripio	S-553
	9	14	28,01	---	---
	14	15	5,40	Ripio (3,5)	S-919
	15	18	4,50	Ripio (1,7)	---
Longitud Total Corredor			58,05		

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 54
Corredor N°3: Las 800



Fuente: Elaboración propia.

▪ **Corredor N° 4: Pedregoso**

El planteamiento principal del corredor 4 consiste en que se desarrolla de la manera más directa posible por el lado norte del lago, a partir del sector de María Luisa.

Este corredor se desarrolla de manera similar al anterior, aprovechando la ruta S-533 para el desarrollo oriente – poniente, pero al momento de enfrentarse al cerro Buenos Aires y a los cerros del Quelhue se opta por el sector sur aunque no completamente apegado a la ribera del lago, si no, aproximadamente en la cota 500 m.s.n.m.

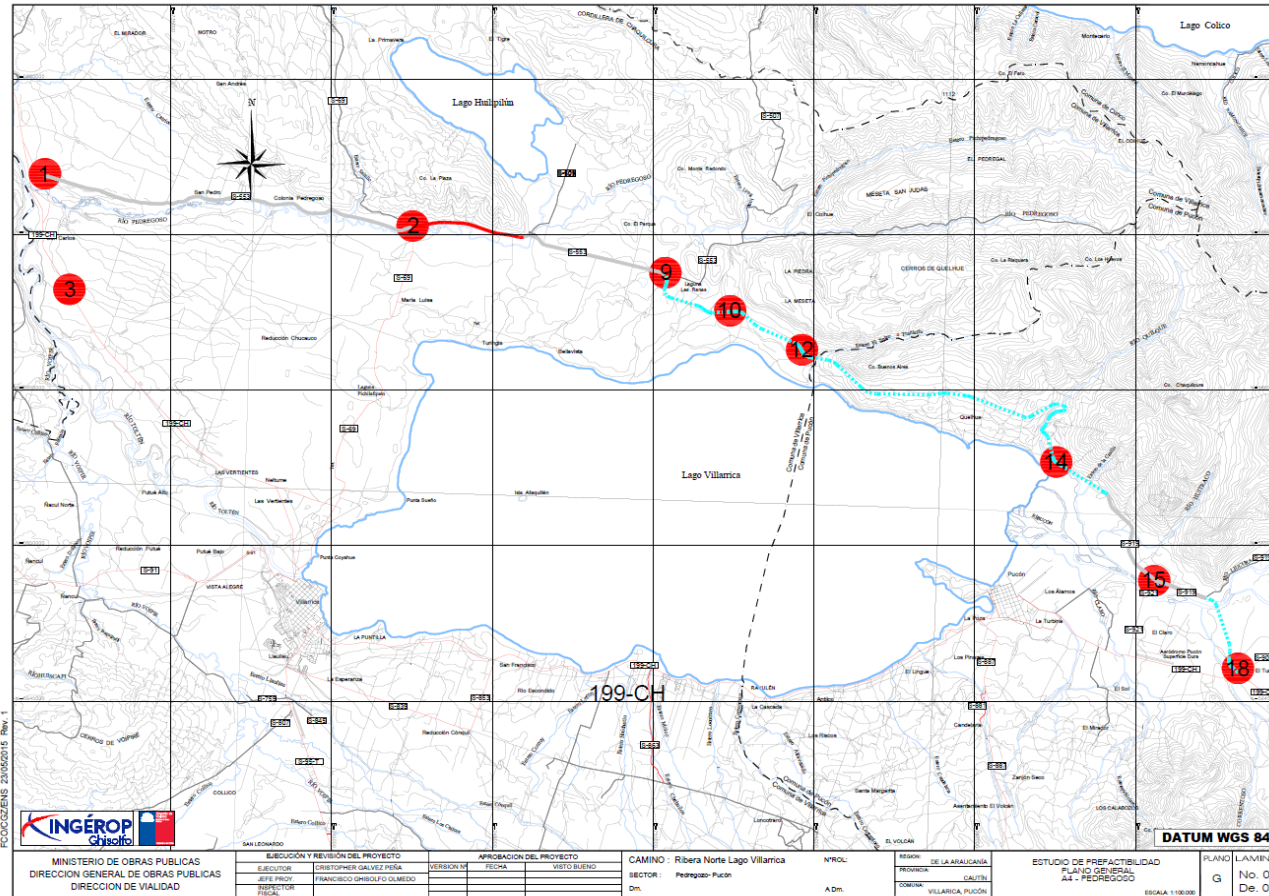
La longitud del corredor N°4 es de 46,94 km.

Tabla N° 30
Corredor N°4: Pedregoso

CORREDOR	NODO INICIO	NODO FIN	Longitud (km)	Pavimento	Vialidad Existente
Pedregoso	1	2	11,99	Ripio	S-553
	2	9	8,15	Asf.(4) y Ripio	S-553
	9	10	2,81	---	---
	10	12	2,79	---	---
	12	14	11,30	---	---
	14	15	5,40	Ripio (3,5)	S-919
	15	18	4,50	Ripio (1,7)	---
Longitud Total Corredor			46,94		

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 55
Corredor N°4: Pedregoso



Fuente: Elaboración propia.

Corredor N° 5: Buenos Aires

El planteamiento principal del corredor 5 consiste en que se desarrolla por la ribera norte del lago, pero más al sur que la alternativa anterior.

La presente alternativa se desarrolla desde el sector de María Luisa hacia el sur por la ruta 199-CH solo 4 km., en este punto se desvía en sentido oriente – poniente hasta el borde del lago por donde se desarrolla bordeándolo hasta alcanzar la ruta S-919 la que genera un nuevo puente sobre el río Liucura para intersectar con la ruta 199-CH y S-905 al lado poniente del aeródromo de Pucón.

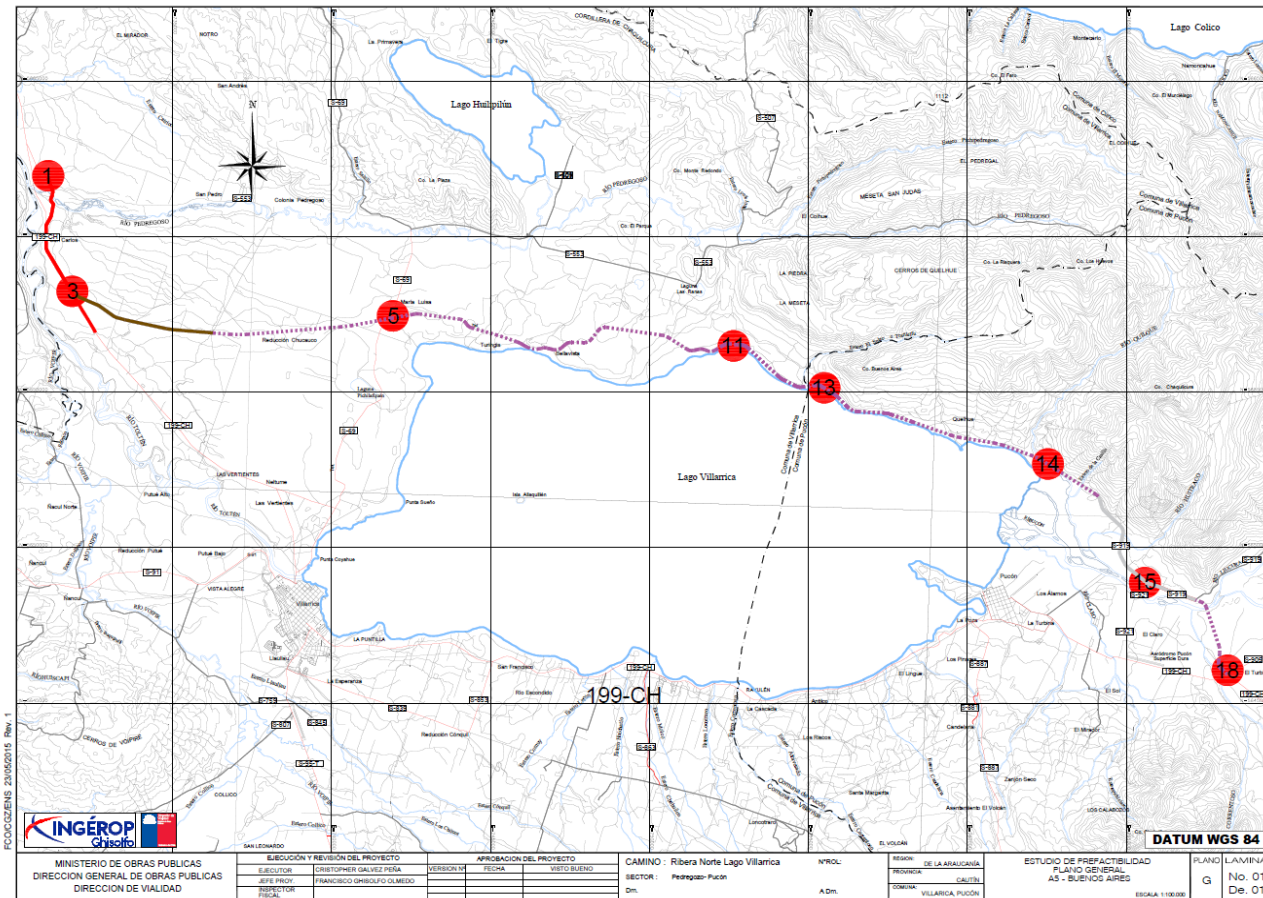
La longitud del corredor N°5 es de 46,70 km.

Tabla N° 31
Corredor N°5: Buenos Aires

CORREDOR	NODO INICIO	NODO FIN	Longitud (km)	Pavimento	Vialidad Existente
Buenos Aires	1	3	4,08	Asfalto	199-CH
	3	4	9,00	Tierra (4,6)	S-651
	4	5	1,35	---	---
	5	11	11,55	---	---
	11	13	3,20	---	---
	13	14	7,62	---	---
	14	15	5,40	Ripio (3,5)	S-919
	15	18	4,50	Ripio (1,7)	---
Longitud Total Corredor			46,70		

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 56
Corredor N°5: Buenos Aires



Fuente: Elaboración propia.

5.3.8 Montos de Inversión y Costos de Conservación

Se efectuó un análisis preliminar de costos para cada una de los corredores, la valorización ha resultado con los siguientes montos:

**Tabla Nº 32
Presupuesto**

Corredor	Descripción	Pavimento	Pav. Básico	Ripio	Tierra	Nuevo	Long. Total	Ppto Total Obras	Ppto Total Expropiaciones	Ppto Total
	Acción	Conserv. (km)	Mej. (km)	Construcción (km)	Construcción (km)	Construcción (km)	(km)	MM\$	MM\$	MM\$
	PPTO MM\$/km	100	500	600	750	1.000				
1	Vialidad Existente	3.862	0	4.591	0	18.799	65,07	27.252	5.300	32.551
2	Ribereño	1.948	0	2.100	0	34.512	57,50	38.560	25.044	63.604
3	Las 800	0	2.000	12.803	0	32.711	58,05	47.514	6.387	53.900
4	Pedregoso	0	2.000	12.803	0	21.603	46,94	36.406	5.948	42.353
5	Buenos Aires	408	0	3.120	3.450	32.822	46,70	39.800	20.896	60.696

Fuente: Elaboración propia.

Para la etapa siguiente se efectuará la estimación de las cantidades de obra y su valorización, empleando para ello el itemizado pertinente del MC-V5.

6 ETAPA 3: “ESTUDIO DE ALTERNATIVAS”

Esta etapa consideró la Evaluación Económica Preliminar y la Priorización de Alternativas, con el detalle de cantidades de obras, costos, longitudes, ventajas y desventajas de cada una.

La evaluación del conjunto de soluciones definidas, entregar la información relevante que sirve de apoyo al proceso de selección de la o las alternativas que pasarán a la siguiente etapa.

Se evaluó el proyecto, utilizando la metodología multicriterio, en la cual se incorporarán indicadores económicos, culturales, sociales, ambientales y territoriales.

6.1 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

Se analizaron los 5 corredores señalados en el en la Etapa anterior, pero en función de los resultados obtenidos de ellos se vio en la necesidad de incorporar un sexto corredor similar al corredor N°4_Pedregoso, pero que en el sector de nueva vialidad se acercará más a la ribera del lago para disminuir los cortes.

Corredor N° 6: Quelhue

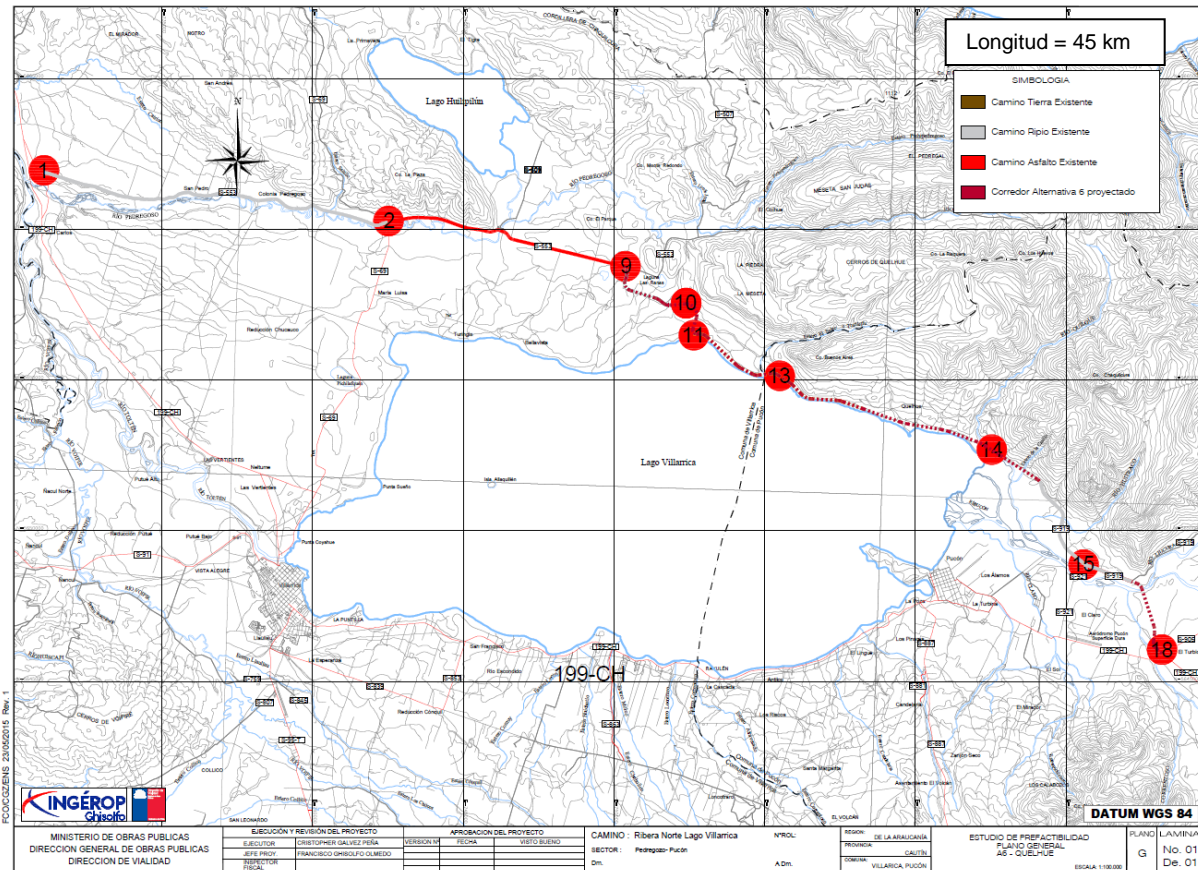
El planteamiento principal del corredor 6 consiste en que se desarrolla de la manera más directa posible por el lado norte del lago, a partir del sector de María Luisa.

Este corredor se desarrolla de manera similar al corredor 4, aprovechando la ruta S-533 para el desarrollo oriente – poniente, pero al momento de enfrentarse al cerro Buenos Aires y a los cerros del Quelhue se opta por el sector sur apegado a la ribera del lago, para disminuir movimientos de tierras debido a que esta ubicación es más llana.

La longitud del corredor N°6 es de 44,98 km.

Figura N° 57

Corredor N°6: Quelhue



Fuente: Elaboración propia.

Además con el objeto de una buena ejecución del estudio, se desarrollaron alternativas que contemplan la utilización de túneles, correspondiendo a:

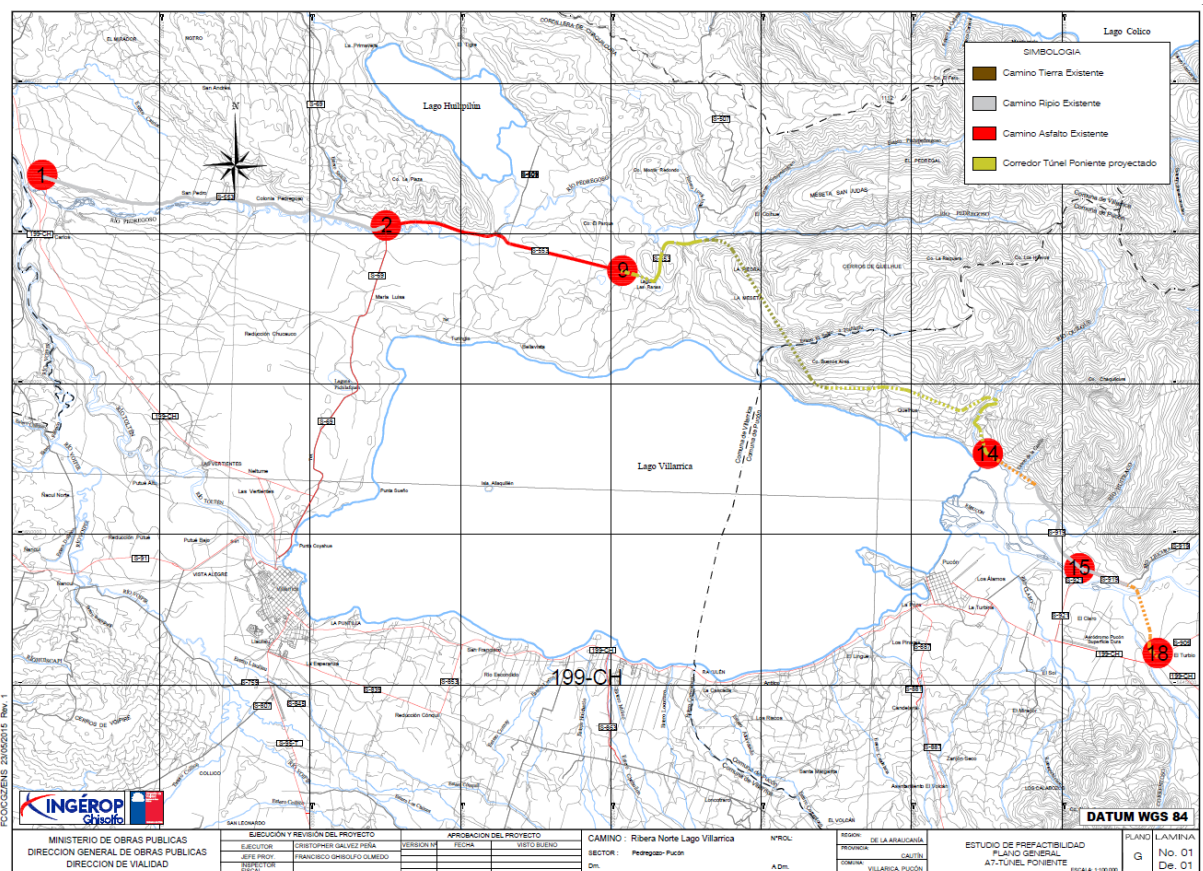
Corredor N° 7: Túnel Poniente

Este corredor aprovecha la ruta S-533 para el desarrollo oriente – poniente pero al momento de enfrentarse al cerro Buenos Aires y a los cerros del Quelhue se opta por un túnel de 6 km para cruzar los cerros del Quelhue uniendo los diferentes niveles. Desde este punto desciende hacia el sur a través del túnel llegando al sector de río Plata, para continuar por Quelhue a través de la ruta S-919 y se genera un nuevo puente sobre el río Liucura para intersectar con la ruta 199-CH y S-905 al lado poniente del aeródromo de Pucón.

La longitud del corredor N°7 es de 51 km.

Figura N° 58

Corredor N°7: Túnel Poniente



Fuente: Elaboración propia.

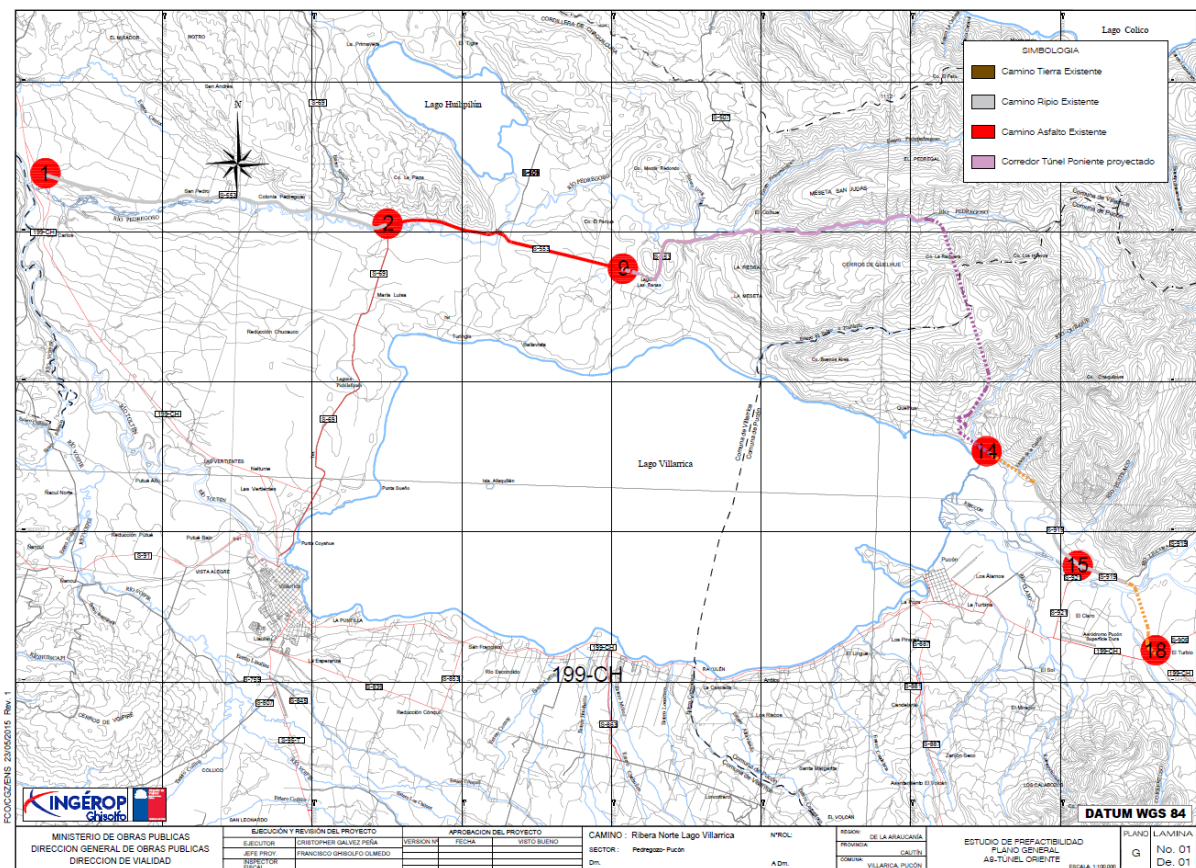
Corredor N° 8: Túnel Oriente

Este corredor aprovecha la ruta S-533 para el desarrollo oriente – poniente pero al momento de enfrentarse al cerro Buenos Aires y a los cerros del Quelhue se opta por un túnel de 5 km para cruzar los cerros del Quelhue uniendo los diferentes niveles. Desde este punto desciende hacia el sur a través del túnel llegando al sector de río Plata, para continuar por Quelhue a través de la ruta S-919 y se genera un nuevo puente sobre el río Liucura para intersectar con la ruta 199-CH y S-905 al lado poniente del aeródromo de Pucón.

La longitud del corredor N°8 es de 51 km.

Figura N° 59

Corredor N°8: Túnel Oriente



Fuente: Elaboración propia.

Obteniéndose la estimaciones de cantidades de obras y presupuestos para cada una de las alternativas prediseñadas en la Etapa 3 del estudio. Es conveniente agregar que los montos asociados a presupuestos son más altos que los estimados en la Etapa 2 del estudio, debido principalmente a requerimientos de estructuras de conexión y rectificadas de trazados consensuados en conjunto con Contraparte Técnica del estudio en el transcurso de la elaboración de la Etapa 3.

En la tabla siguiente se incluye un cuadro resumen con las cantidades de obra y presupuesto de las alternativas estudiadas. Del cuadro de presupuesto se puede deducir lo siguiente:

- La alternativa más económica es la N°1 - Vialidad Existente.
- La alternativa más cara resulta la N°7-Túnel Poniente
- Los ítems más relevantes corresponden a las partidas de movimiento de tierra, pavimentos, puentes y túneles.

Del cuadro de presupuesto y especialmente de la línea final donde se indica la estimación del monto a invertir por km en UF se deduce que la construcción de esta obra se sitúa en el rango alto de costos de construcción.

Tabla N° 33
Montos de Inversión Total por Alternativa

ALTERNATIVAS	A1-VIALIDAD EXISTENTE	A2-RIBERENA	A3-LAS 800	A4-PEDREGOSO	A5-BUENOS AIRES	A6-QUELHUE	A7-TUNEL PON	A8-TUNEL OR
Longitud (km)	65	57	58	47	47	45	51	51
Corte (m³)	1.462.976	603.017	211.916	1.517.792	594.187	659.343	1.981.220	963.707
Terraplén (m³)	302.172	311.085	537.052	383.232	290.286	290.286	368.296	1.183.429
Puentes (\$)	123.420.000	5.395.597.537	5.519.017.537	5.395.597.537	5.395.597.537	5.395.597.537	5.395.597.537	5.478.288.937
Túnel (\$)	0	0	0	0	0	0	75.153.600.000	66.463.200.000
Caminos (\$)	13.756.036.275	14.773.235.200	21.593.591.665	17.801.153.359	15.471.837.676	14.355.178.012	22.177.405.129	26.227.640.671
SUBTOTAL PRESUPUESTO (\$)	13.879.456.275	20.168.832.737	27.112.609.202	23.196.750.896	20.867.435.213	19.750.775.549	102.726.602.666	98.169.129.608
GG, IMPREVISTOS Y UTILIDADES (\$)	4.857.809.696	7.059.091.458	9.489.413.221	8.118.862.814	7.303.602.324	6.912.771.442	35.954.310.933	34.359.195.363
SUBTOTAL TOTAL (\$)	18.737.265.971	27.227.924.196	36.602.022.422	31.315.613.710	28.171.037.537	26.663.546.992	138.680.913.599	132.528.324.971
IVA (19%) (\$)	3.560.080.535	5.173.305.597	6.954.384.260	5.949.966.605	5.352.497.132	5.066.073.928	26.349.373.584	25.180.381.744
TOTAL PRESUPUESTO (\$)	22.297.346.506	32.401.229.793	43.556.406.683	37.265.580.315	33.523.534.669	31.729.620.920	165.030.287.183	157.708.706.715
EXPROPIACIONES (\$)	3.703.558.290	24.735.588.540	6.327.310.920	5.879.518.170	21.194.855.145	13.531.774.920	5.879.518.170	6.327.310.920
TOTAL (\$)	26.000.904.796	57.136.818.333	49.883.717.603	43.145.098.485	54.718.389.814	45.261.395.840	170.909.805.353	164.036.017.635

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la definición de alternativas se produce un fenómeno en que los costos de las alternativas sin túneles son similares en algunos casos, pero debido a diferentes factores, estos son: movimientos de tierra y valor de expropiación.

El fenómeno que se produce es que en los sectores aledaños al lago, los movimientos de tierra son bajos debido a que se trata de sectores llanos pero el costo de expropiación es elevado debido a que son los terrenos más apetecidos por el desarrollo inmobiliario, sucediendo lo opuesto al alejarnos de la ribera del lago. Siendo los sectores más alejados de este más económicos para expropiar pero que presentan mayores movimientos de tierra al ser más ondulados.

Del análisis de alternativas la de menos costo antes de considerar las expropiaciones es la alternativa A1-Vialidad Existente, seguida de la A6-Quelhue, una vez se consideran las expropiaciones la alternativa A1-Vialidad Existente se mantiene en primer lugar, pero la alternativa A6-Quelhue es desplazada al tercer lugar.

Se consideraron 2 alternativas con túnel: A7-Túnel Poniente y A8-Túnel Oriente con túneles de 6km y 5km respectivamente para cruzar el macizó rocoso de los cerros del Quelhue, las que tienen elevados costos de construcción y mantención. Por lo que no resultan opciones competitivas al momento de evaluar sus beneficios.

6.2 EVALUACIÓN SOCIAL

El estudio de demanda está enfocado a implementar un modelo de transporte que permite estimar los flujos vehiculares y condiciones de operación que generará la implementación de la variante a la ruta 199-CH, ribera norte del Lago Villarrica. Con el modelo se puede simular y evaluar diversos escenarios futuros de operación; lo cual deriva además en la estimación de ahorros de consumos de recursos y en la validación de la efectividad de los proyectos de mejoramiento para superar los problemas de tráfico actuales en la ruta.

6.2.1 Modelo de Asignación

En esta sección se presentaron los resultados obtenidos en la calibración del modelo de transporte en sus respectivas secciones. El procedimiento involucra la determinación de la periodización, la codificación de una red, la obtención de matrices origen-destino representativas de la demanda y movilidad vehicular actual, y la estimación de modelos de proyección.

6.2.2 Periodización

El proceso de periodización consiste en la determinación de una tipología de horas dentro de una semana, de manera que cada una de estas horas tipo posea características homogéneas en cuanto a los niveles de flujo, y a las estructuras de viaje y está orientada a la expansión anual de los beneficios obtenidos para un subconjunto de horas (períodos modelados).

La metodología de periodización, se ajusta a los requerimientos del estudio, que son los de un proyecto vial interurbano y suburbano, ya que la demanda potencial de él se encuentra asociado a flujos provenientes de rutas interurbanas asociados a las zonas contenidas en el área de influencia del proyecto.

Tabla Nº 34
Periodización Adoptada

Periodo	Temporada	Día	Horario	Factor de Expansión			
				Horas Diarias	Diario	Semanal	Anual
1	Normal	Laboral	Todos	12	14,4	71,9	3.453,3
2	Normal	Fin de Semana	Todos	12	14,4	28,8	1.381,3
3	Alta	Todos	11:00 - 15:00	4	4,0	28,0	224,0
4	Alta	Todos	18:00 - 21:00	3	3,2	22,3	178,5
5	Alta	Laboral	Resto del Día	9	12,9	64,4	515,1
6	Alta	Fin de Semana	Resto del Día	9	12,9	25,8	206,1

Fuente: Elaboración Propia

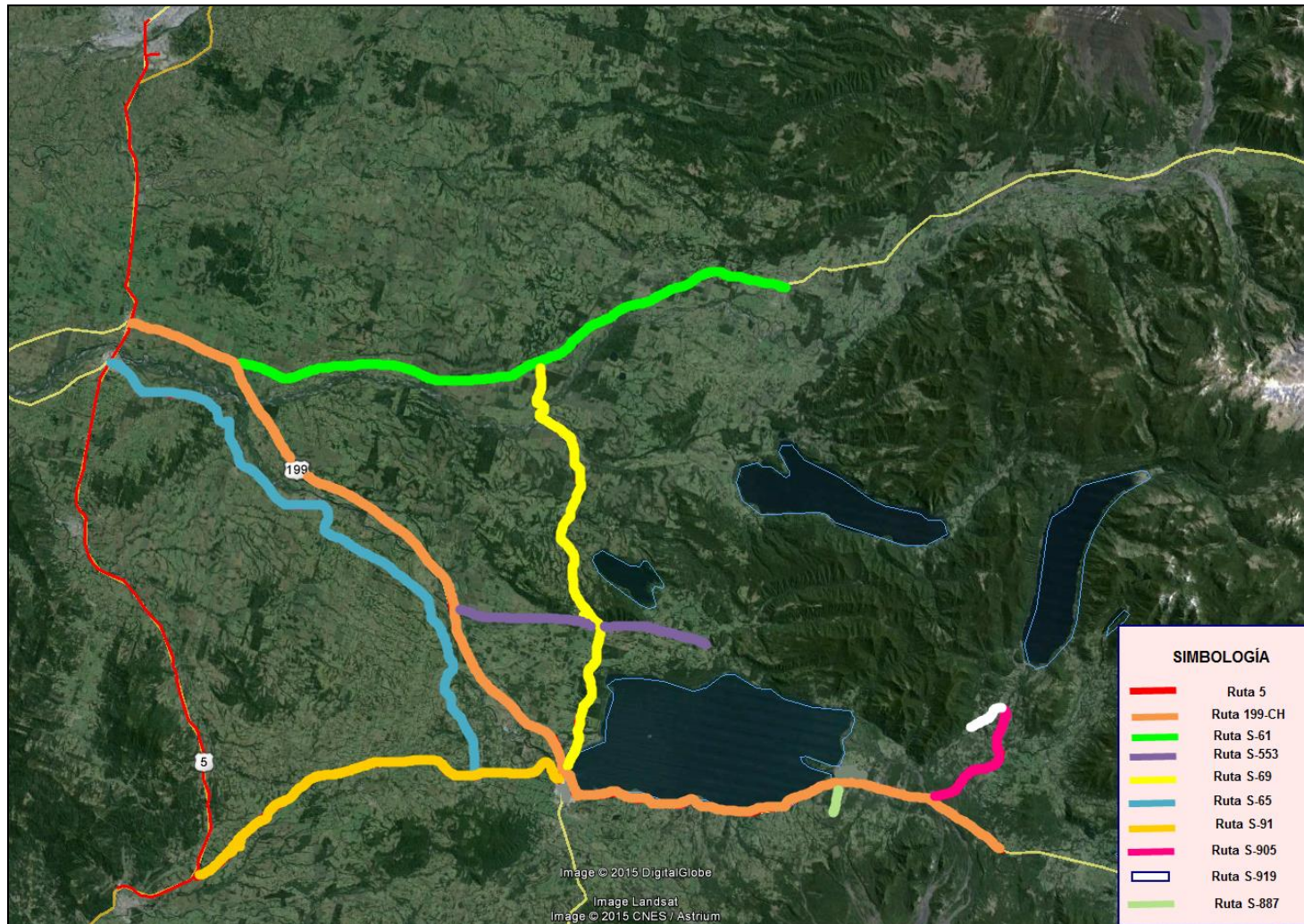
6.2.3 Red de Transporte

La red de transporte del presente estudio corresponde al conjunto de rutas que son significativas para la operación actual y futura del proyecto, permitiendo el acceso a las localidades ubicadas a lo largo de la Ruta Freire - Villarrica – Pucón - Caburgua, generando afluencia tanto de turistas como de abastecimiento. En este sentido se ha detectado una posible reasignación futura de los flujos generados hacia el nuevo camino proyectado, por lo cual es importante incluir las rutas que permiten viajar entre estos puntos, y que a futuro pueden variar su volumen de la reasignación producto del mejoramiento de algunos sectores y/o incorporación de un nuevo camino a la red vial. Las rutas consideradas corresponden a:

- Ruta 5: Se inicia en la localidad de Loncoche y finaliza en Temuco. Su longitud es 80,5 kilómetros, aproximadamente. Su relevancia se debe a la conectividad que genera entre Loncoche, Pitrufrquén, Freire y Temuco.
- Ruta 199-CH: Freire – S-905. Su longitud es de 92,7 kilómetros, aproximadamente. Su relevancia se debe a la conectividad entre las ciudades de Villarrica, Pucón y su accesibilidad hacia Temuco y Freire.
- Ruta S-69: Camino que intersecta con la ruta S-61 en el sector Los Laureles y conecta con Pedregoso y Villarrica. Su longitud aproximada es de 38,31 kilómetros.
- Ruta S-61: Camino que conecta a Freire con la localidad de Cunco, y que posee intersecciones con las rutas 199-CH y S-69. Su longitud aproximada es de 25,40 kilómetros.
- Ruta S-905: Se inicia en intersección con ruta 199-CH y conecta con la ruta S-919. Su longitud es de 10,2 kilómetros aproximadamente. Su relevancia se debe a la conectividad que genera entre Pucón y Caburgua.
- Ruta S-887: Se inicia en la intersección con la ruta 199-CH y conecta con la localidad Candelaria. Su longitud aproximada es de 2,91 kilómetros. Su relevancia se debe a la conectividad que se genera entre la ciudad de Pucón y la localidad Candelaria.
- Ruta S-919: Se inicia en la intersección con ruta S-905 y conecta con la ruta S-921. Su longitud aproximada es de 11,3 kilómetros y corresponde a un camino alternativo entre las localidades de Caburgua y proximidades en Pucón.

- Ruta S-553: Ruta que se inicia en intersección con la ruta 199-CH y que permite acceder de manera directa al sector de Pedregoso. La longitud considerada es de aproximadamente 8,3 kilómetros.
- Ruta S-91: Se inicia en Loncoche y finaliza en Villarrica. Su longitud es de 33.43 kilómetros, aproximadamente. Su relevancia se debe a la conectividad que ésta genera entre Loncoche y Villarrica.
- Ruta S-65: Se inicia en la intersección con la ruta 5 y finaliza en Ruta S-91. Su longitud es de 51,37 kilómetros, aproximadamente. Su relevancia se debe a la conectividad que ésta genera entre Pitrufoquén y Villarrica.

Figura N° 60
Red Vial Relevante



Fuente: Elaboración Propia

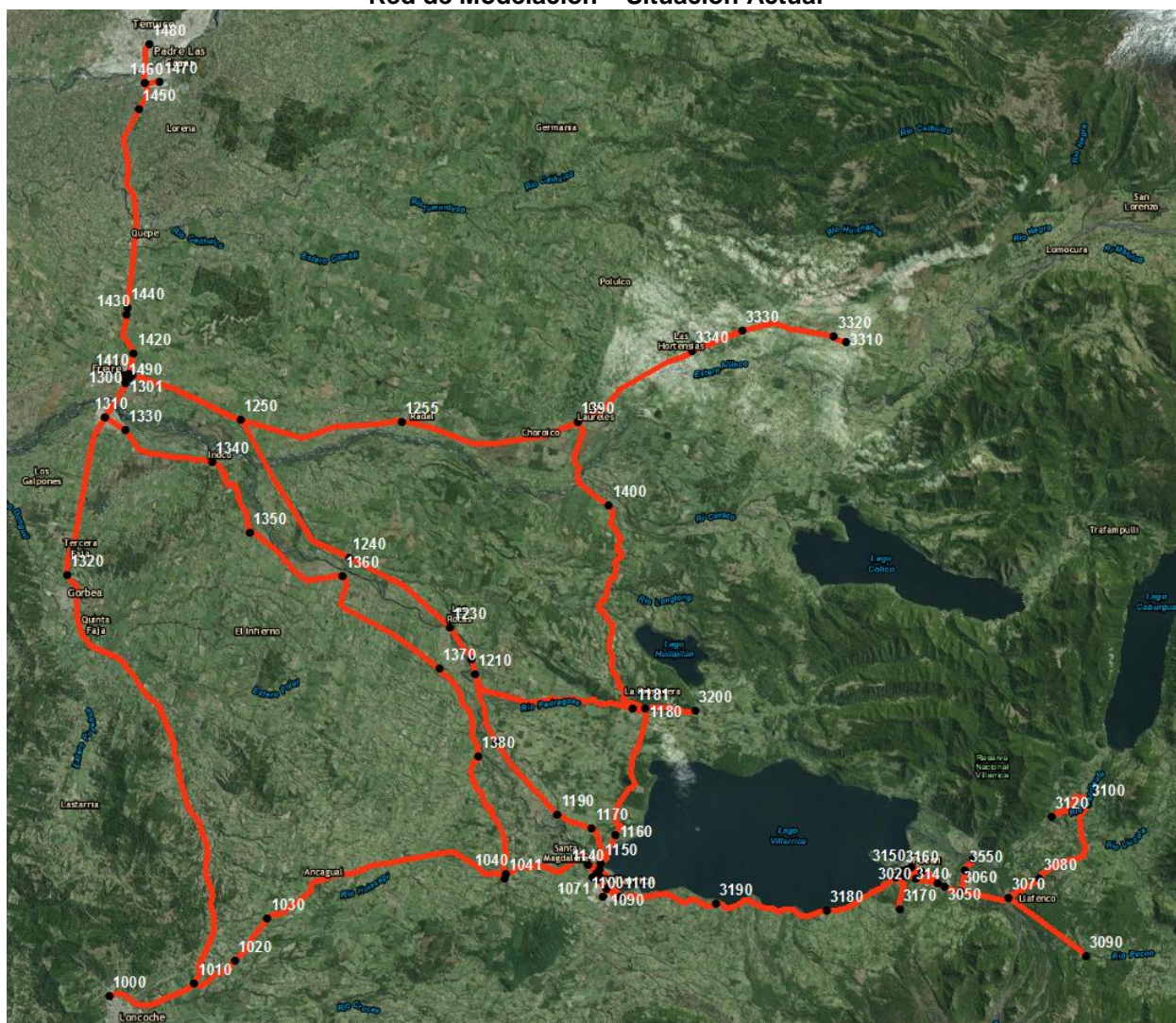
6.2.4 Caracterización de la red

Los antecedentes que considerados para representar tramos de ruta, cada uno de estos con características homogéneas. Los datos recopilados corresponden a:

- Longitud
- Pendiente
- Curvatura
- Rugosidad (clasificación visual)
- Tipo y estándar de camino
- Número de pistas

A red así caracterizada fue codificada a nivel de arcos y nodos, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura N° 61
Red de Modelación – Situación Actual



Fuente: Elaboración Propia

6.2.5 Calibración

Con la red de modelación, las matrices origen-destino iniciales y el criterio de asignación vehicular así definidos, se obtiene un modelo de asignación de tipo preliminar, que permite obtener flujos y consumos operacionales para cada arco de la red. Este modelo fue sometido a un proceso de ajuste, con el objeto de lograr que la operación de transporte en la red estudiada sea representativa de la situación actual. Se muestra a continuación los resultados obtenidos con el modelo para los flujos correspondientes a la situación actual, en los principales arcos del sistema. Se comparan los flujos modelados con respecto a los medidos, determinándose así el buen grado de ajuste y representatividad del modelo de asignación implementado.

Tabla N° 35
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste
Vehículos Livianos (Veh/hr), Temporada Normal

PC	Ni_Nf	Topónimo	Periodo 1			Periodo 2		
			Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH
1	3190_1110	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (O-P)	222	222	0.0	178	178	0.0
2	1110_3190	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (P-O)	214	214	0.0	185	185	0.0
3	1160_1180	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (S-N)	17	17	0.0	23	23	0.1
4	1180_1160	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (N-S)	20	20	0.0	17	17	0.0
5	1180_1181	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (O-P)	3	3	0.0	3	3	0.0
6	1181_1180	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (P-O)	3	3	0.0	4	4	0.2
7	1250_1260	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (O-P)	139	139	0.0	139	139	0.0
8	1260_1250	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (P-O)	280	280	0.0	208	208	0.0
9	3090_3070	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (O-P)	54	54	0.0	59	59	0.0
10	3070_3090	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (P-O)	54	54	0.0	57	57	0.0
11	3080_3070	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (N-S)	93	93	0.0	104	104	0.0
12	3070_3080	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (S-N)	75	75	0.0	96	96	0.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 36
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste
Vehículos Livianos (Veh/hr), Temporada Alta

PC	Ni_Nf	Topónimo	Periodo 3			Periodo 4			Periodo 5			Periodo 6		
			Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH
1	3190_1110	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (O-P)	439	439	0.0	622	622	0.0	457	457	0.0	335	335	0.0
2	1110_3190	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (P-O)	659	659	0.0	586	586	0.0	469	469	0.0	488	488	0.0
3	1160_1180	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (S-N)	32	32	0.0	25	25	0.0	21	21	0.0	30	30	0.0
4	1180_1160	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (N-S)	34	34	0.1	16	16	0.0	24	25	0.2	29	31	0.3
5	1180_1181	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (O-P)	3	2	1.0	4	4	0.0	3	2	0.8	7	5	0.8
6	1181_1180	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (P-O)	3	3	0.0	1	1	0.0	5	5	0.0	4	4	0.0
7	1250_1260	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (O-P)	329	329	0.0	399	399	0.0	273	273	0.0	264	264	0.0
8	1260_1250	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (P-O)	566	566	0.0	404	404	0.0	365	365	0.0	456	456	0.0
9	3090_3070	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (O-P)	162	162	0.0	184	184	0.0	289	289	0.0	319	319	0.0
10	3070_3090	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (P-O)	199	199	0.0	131	131	0.0	257	257	0.0	365	365	0.0
11	3080_3070	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (N-S)	367	367	0.0	457	457	0.0	66	66	0.0	97	97	0.0
12	3070_3080	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (S-N)	431	431	0.0	302	302	0.0	365	365	0.0	390	390	0.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste
Camiones (Veh/hr), Temporada Normal

PC	Ni_Nf	Topónimo	Periodo 1			Periodo 2		
			Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH
1	3190_1110	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (O-P)	23	23	0.0	7	7	0.0
2	1110_3190	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (P-O)	19	19	0.0	6	6	0.0
3	1160_1180	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (S-N)	2	2	0.0	1	1	0.0
4	1180_1160	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (N-S)	3	3	0.0	1	1	0.3
5	1180_1181	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (O-P)	0	1	1.0	0	0	0.1
6	1181_1180	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (P-O)	0	1	1.7	0	0	0.6
7	1250_1260	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (O-P)	9	9	0.0	10	10	0.0
8	1260_1250	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (P-O)	26	26	0.0	21	21	0.0
9	3090_3070	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (O-P)	5	5	0.0	4	4	0.0
10	3070_3090	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (P-O)	6	6	0.0	5	5	0.0
11	3080_3070	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (N-S)	7	7	0.0	9	9	0.0
12	3070_3080	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (S-N)	5	5	0.0	6	6	0.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 38
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste
Camiones (Veh/hr), Temporada Alta

PC	Ni_Nf	Topónimo	Periodo 3			Periodo 4			Periodo 5			Periodo 6		
			Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH	Obs	Mods	GEH
1	3190_1110	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (O-P)	17	20	0.7	26	31	0.9	34	40	1.0	20	23	0.7
2	1110_3190	Ruta 199-CH / Salida Villarrica hacia Pucón (P-O)	26	31	0.9	19	22	0.7	35	42	1.1	20	24	0.9
3	1160_1180	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (S-N)	2	4	1.2	0	0	0.3	1	2	0.8	1	2	0.8
4	1180_1160	Ruta S-69 / Entre Villarrica e intersección ruta S-553 (N-S)	0	1	1.4	1	0	1.1	2	1	0.8	1	0	1.1
5	1180_1181	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (O-P)	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
6	1181_1180	Ruta S-553 / desde intersección ruta S-69 sentido hacia 199-CH (P-O)	0	1	1.4	0	0	0.6	0	1	1.4	0	0	0.6
7	1250_1260	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (O-P)	18	21	0.7	16	19	0.7	94	111	1.7	7	8	0.4
8	1260_1250	Ruta 199-CH / Sector Freire - Cruce Allipén (P-O)	39	46	1.1	14	16	0.5	41	48	1.0	24	29	1.0
9	3090_3070	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (O-P)	18	21	0.7	9	10	0.3	25	29	0.8	35	32	0.5
10	3070_3090	Ruta 199-CH / Desde Intersección Ruta S-905 hacia Curarrehue (P-O)	19	23	0.9	8	10	0.7	11	12	0.2	17	15	0.5
11	3080_3070	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (N-S)	47	56	1.3	21	25	0.8	3	6	1.3	4	5	0.5
12	3070_3080	Ruta S-905 / Desde Intersección Ruta 199-CH hacia Caburgua (S-N)	15	18	0.7	9	10	0.3	35	41	1.0	43	35	1.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 39
Indicadores de Ajuste por Período

Indicadores	Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6
	Vehículos Livianos					
Pend	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000
Inter	0.001	0.015	0.242	0.001	0.016	0.029
R2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Indicadores	Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6
	Camiones					
Pend	1.0177	0.9983	0.8577	0.8378	0.85	1.0487
Inter	0.3201	0.0224	0.5459	0.24	0.161	0.8215
R2	0.998	0.9997	0.9991	0.9981	0.999	0.9435

Fuente: Elaboración propia

Con el modelo de asignación calibrado, se posibilita la aplicación de este para simular la incorporación de las alternativas de proyecto, y medir el impacto que se produce en la redistribución de los flujos vehiculares y en la disminución de tiempos de viaje y consumo de recursos

6.2.6 Resultados de Modelación

Una vez definida la red base y alternativa de proyecto, se realizaron las simulaciones respectivas con el modelo de transporte implementado en EMME/3. El modelo fue aplicado para la combinación de los siguientes casos:

- 9 Escenarios: 1 escenario Base y 8 alternativas de proyecto.
- cortes temporales: 2020 y 2030.
- Tipos de vehículo: vehículos livianos y vehículos de carga.
- 6 períodos: 4 en Temporada en Alta y 2 en Temporada Normal.

Una vez realizada las simulaciones se puede realizar la estimación de beneficios en la red (beneficios de tiempo y beneficios operacionales).

6.2.6.1 Modelos de Proyección de Demanda

Se ha desarrollado un modelo de proyección para el tránsito vehicular, asumiendo que la tendencia es que este aumentará durante el horizonte de operación del proyecto, en función del crecimiento de la economía del país.

Para los modelos de crecimiento de tránsito se ha utilizado la información otorgada por el Plan Nacional de Censos entre los años 1994 y 2014, en rutas censadas en la región de la Araucanía que pertenecen al área de estudio.

Para el análisis se consideraron 14 puntos censales, con 12 a 24 horas de mediciones. Además, estas mediciones dependen de la época siendo verano, invierno y primavera.

En cada estación de control, se miden los flujos desagregados en autos, camionetas, camiones de dos ejes, camiones con más de 2 ejes, y Buses - Taxi buses. Sin embargo, para el análisis se agruparon los flujos de autos y camionetas, considerando tal conjunto como vehículos livianos; también los tipos de camiones se agruparon en vehículos de carga y la última categoría como buses. Por tanto, se analizan tres categorías de modo de transporte.

A partir de los flujos antes mencionados y la información del PIB Nacional, se realizan modelos de proyección de tránsito. Los modelos utilizados son lineal, potencial y logarítmico, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla N° 40
Modelos y Forma Funcional para proyección de viajes

Tipo de Modelo	Forma Funcional
Modelo Lineal	$Flujo = c(1) + c(2) * PIB$
Modelo Potencial	$Flujo = c(1) * PIB^{c(2)}$
Modelo Logarítmico	$Flujo = c(1) + c(2) * \ln(PIB)$

Fuente: Elaboración Propia

A partir del análisis de los modelos y los parámetros obtenidos, se opta que el modelo lineal, ya que posee buenos indicadores (R^2 sobre 0,8 y tasas de crecimiento variables que son más cercanas a la realidad).

Finalmente las tasas de crecimiento de tránsito para cada categoría de vehículo, se presentan en las siguientes tablas.

Tabla N° 41
Tasas de Crecimiento Anual para Cortes Temporales

Tipo Vehículo	Crecimiento Anual		
	2014-2015	2015-2020	2020-2030
Veh Livianos	5.06%	5.10%	4.98%
Veh de Carga	4.32%	4.44%	4.52%
Buses	4.12%	4.27%	4.39%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 42
Tasas de Crecimiento por Intervalos para Cortes Temporales

Tipo Vehículo	Crecimiento por Intervalo		
	2014-2015	2015-2020	2020-2030
Veh Livianos	5.06%	28.22%	62.59%
Veh de Carga	4.32%	24.27%	55.56%
Buses	4.12%	23.25%	53.63%

Fuente: Elaboración Propia

6.2.7 Evaluación Preliminar de Alternativas

6.2.7.1 Valoración Social de la Inversión

Al ser ésta una evaluación de tipo preliminar, se ha considerado emplear un factor social de 0,8 aplicable a toda inversión en obras.

En el caso de valor residual, se consideran las expropiaciones en su totalidad y obras de puentes y estructuras, un 90% de su valorización social.

La siguiente tabla presenta un resumen de los costos de inversión privada, social y el valor residual para cada alternativa:

Tabla N° 43
Valorización Privada, Social y Valor Residual de Inversiones (MM\$)

Ítem	A1-VIALIDAD EXISTENTE	A2-RIBEREÑA	A3-LAS 800	A4-PEDREGOSO	A5-BUENOS AIRES	A6-QUELHUE	A7-TUNEL 1	A8-TUNEL 2
Puentes	123	5.396	5.519	5.396	5.396	5.396	5.396	5.478
Túneles	0	0	0	0	0	0	75.154	66.463
Caminos	13.756	14.773	21.594	17.801	15.472	14.355	22.177	26.228
SUBTOTAL PRESUPUESTO	13.879	20.169	27.113	23.197	20.867	19.751	102.727	98.169
GG, IMPREVISTOS Y UTILIDADES	4.858	7.059	9.489	8.119	7.304	6.913	35.954	34.359
SUBTOTAL TOTAL	18.737	27.228	36.602	31.316	28.171	26.664	138.681	132.528
IVA (19%)	3.560	5.173	6.954	5.950	5.352	5.066	26.349	25.180
TOTAL PRESUPUESTO	22.297	32.401	43.556	37.266	33.524	31.730	165.030	157.709
EXPROPIACIONES	3.704	24.736	6.327	5.880	21.195	13.532	5.880	6.327
TOTAL	26.001	57.137	49.884	43.145	54.718	45.261	170.910	164.036
INVERSIÓN SOCIAL (MM\$)	21.541	50.657	41.172	35.692	48.014	38.915	137.904	132.494
VALOR RESIDUAL (MM\$)	3.815	29.592	11.294	10.736	26.051	18.388	78.374	71.075

Fuente: Elaboración propia

6.2.7.2 Análisis de Rentabilidad Social

A partir de la información presentada en este capítulo, se puede realizar el cálculo de los indicadores de rentabilidad social. Se ha supuesto que la construcción del proyecto se llevara a cabo durante el año 2018. Se considera una tasa de descuento social de un 6%.

Se estimaron beneficios por ahorro de tiempo y operacionales para cada alternativa, incluyendo la inversión, de esta manera se obtuvieron los principales indicadores de rentabilidad. A modo de ejemplo se presenta la alternativa 6.

Tabla N° 44
Evaluación Social Alternativa 6 – Quelhue

Año	Inversión (MM\$)	Beneficios Tiempo (MM\$)	Beneficios Operacionales (MM\$)	Beneficios Totales (MM\$)	Flujo (MM\$)
2018	-19.458				-19.458
2019	-19.458				-19.458
2020	-43	6.603	-1.177	5.426	5.383
2021	-43	6.850	-1.202	5.647	5.604
2022	-43	7.105	-1.228	5.877	5.834
2023	-43	7.371	-1.255	6.116	6.073
2024	-859	7.646	-1.282	6.364	5.505
2025	-43	7.931	-1.309	6.622	6.579
2026	-43	8.228	-1.338	6.890	6.847
2027	-43	8.535	-1.366	7.169	7.126
2028	-43	8.854	-1.396	7.458	7.415
2029	-859	9.185	-1.425	7.759	6.900
2030	-43	9.528	-1.456	8.072	8.029
2031	-43	9.884	-1.487	8.397	8.354
2032	-43	10.253	-1.519	8.735	8.692
2033	-43	10.637	-1.551	9.086	9.043
2034	-859	11.034	-1.584	9.451	8.592
2035	-43	11.447	-1.617	9.830	9.787
2036	-43	11.875	-1.652	10.223	10.181
2037	-43	12.319	-1.686	10.633	10.590
2038	-43	12.780	-1.722	11.058	11.015
2039	17.529	13.258	-1.758	11.500	29.029
				VAN	46.968,8
				TIR	15,37%
				TRI	13,83%

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan en la siguiente tabla los principales resultados obtenidos de la evaluación social preliminar:

Tabla N° 45
Resumen Resultados Evaluación Social Preliminar

ALT	VAN (MM\$)	TIR (%)
1	1.265,3	6,59%
2	18.361,1	8,75%
3	-21.638,4	-0,19%
4	16.920,0	9,92%
5	51.821,6	14,04%
6	46.968,8	15,37%
7	-74.010,0	0,78%
8	-82.877,9	-0,39%

Fuente: Elaboración propia

De las 8 alternativas evaluadas, tres de ellas no presentan indicadores de rentabilidad suficientes, las cuales corresponden a las alternativas N°3, N°7 y N°8 (“Túnel 1” y “Túnel 2”, respectivamente)

De las 5 alternativas restantes, dos de ellas poseen una tasa de retorno TIR sobre el 10,0% y corresponden a las alternativas 5 y 6, las cuales son denominadas “Buenos Aires” y “Quelhue”, respectivamente.

6.2.7.3 Análisis de Sensibilidad

Se ha realizado un análisis de sensibilidad de acuerdo a los siguientes casos:

- Caso 1: Inversión Global aumenta un 20%
- Caso 2: Beneficios Sociales disminuyen un 20%
- Caso 3: Caso 1 + Caso 2

Los resultados obtenidos, se presentan en el siguiente cuadro resumen.

Tabla N° 46
Resumen Resultados Análisis de Sensibilidad

ALTERNATIVA	INDICADOR	CASO 1	CASO 2	CASO 3
		INVERSIÓN GLOBAL +20%	BENEFICIOS -20%	CASO 1 + CASO 2
1	VAN	-2.696,7	-3.222,9	-7.184,9
	TIR	4,9%	4,4%	2,9%
2	VAN	10.257,5	6.158,3	-1.945,3
	TIR	7,3%	7,0%	5,7%
3	VAN	-28.975,4	-25.197,8	-32.534,8
	TIR	-1,0%	-1,4%	-2,1%
4	VAN	10.615,2	6.803,6	498,8
	TIR	8,1%	7,7%	6,1%
5	VAN	44.023,2	33.189,0	25.390,7
	TIR	11,9%	11,4%	9,6%
6	VAN	40.487,7	30.687,9	24.206,9
	TIR	13,0%	12,4%	10,4%
7	VAN	-96.199,3	-86.515,0	-108.704,4
	TIR	0,3%	-0,2%	-0,6%
8	VAN	-104.445,4	-92.505,4	-114.072,9
	TIR	-0,8%	-1,3%	-1,5%

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de sensibilidad para cada alternativa, se pudo obtener que con las variaciones establecidas, las alternativa 1, 3, 7 y 8 dejen de ser rentables en todos los casos analizados, mientras que las restantes alternativas presentan indicadores de rentabilidad en los tres casos.

6.3 EVALUACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL

El resultado de la evaluación ambiental y territorial se obtiene de los promedios por componentes ambiental, los que se muestran en las siguientes tablas, en donde varía entre 0 a 2, siendo 0 la mejor condición porque no genera efectos ambientales negativos y 2 la peor condición:

Para facilitar la lectura, se propuso una escala arbitraria, para representar los resultados de acuerdo a lo siguiente:

Tabla N° 47

Rango	Significado
0,00 – 0,60	Efectos ambientales negativos no significativos
0,61 – 1,33	Efectos ambientales negativos significativos que recomiendan la implementación de medidas de mitigación, reparación y/o compensación.
1,33 – 2,00	Efectos ambientales negativos muy significativos que recomiendan la implementación de medidas de mitigación, reparación y/o compensación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 48

Síntesis comparativo evaluación de impactos temporales por componente ambiental.

Temporales (construcción)	Ruido	Calidad de aire	Flora, vegetación y fauna	Aspectos sociales	Aspectos arqueológicos	Paisaje y turístico	Promedio
Corredor 1	0,6	0,6	0,5	0,5	1,1	1,2	0,73
Corredor 2	0,4	1,1	0,7	0,5	1,4	1,3	0,90
Corredor 3	0,8	1,2	1,0	1,4	1,2	1,0	1,10
Corredor 4	0,6	1,4	0,9	1,0	1,4	1,3	1,10
Corredor 5	0,3	1,5	0,9	0,6	1,5	1,3	1,00
Corredor 6	0,3	1,5	0,8	0,8	1,5	1,3	1,00

Fuente: Elaboración propia.

Los impactos temporales (construcción), considerando todos los componentes ambientales, para todos los corredores son significativos.

Tabla N° 49

Síntesis comparativo evaluación de impactos permanentes por componente ambiental.

Permanentes (operación)	Ruido	Calidad de aire	Flora, vegetación y fauna	Aspectos sociales	Aspectos arqueológicos	Paisaje y turístico	Promedio
Corredor 1	0,6	0,0	0,0	0,8	0,0	0,3	0,28
Corredor 2	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,6	0,25
Corredor 3	0,8	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,23
Corredor 4	0,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	0,26
Corredor 5	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,5	0,17
Corredor 6	0,3	0,3	0,0	0,3	0,0	0,5	0,21

Fuente: Elaboración propia.

Los impactos permanentes (operación) son calificados en su totalidad como no significativos.

Tabla N° 50

Síntesis comparativo evaluación de impactos temporales

Tramo	Medio Físico	Medio Biótico	Medio Humano
Corredor 1	0,62	0,46	0,90
Corredor 2	0,75	0,70	1,07
Corredor 3	1,00	1,00	1,20
Corredor 4	1,00	0,86	1,24
Corredor 5	0,88	0,88	1,13
Corredor 6	0,88	0,75	1,17

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se puede apreciar cual es el promedio de evaluación por medio físico, biótico o humano para impactos temporales (construcción). Se observa que todos los corredores presentan impactos significativos, excepto el medio biótico en el corredor A1-Vialidad Existente.

Tabla N° 51

Síntesis comparativo evaluación de impactos permanentes

Tramo	Medio Físico	Medio Biótico	Medio Humano
Corredor 1	0,31	0,00	0,36
Corredor 2	0,20	0,00	0,37
Corredor 3	0,40	0,00	0,20
Corredor 4	0,29	0,00	0,33
Corredor 5	0,13	0,00	0,25
Corredor 6	0,25	0,00	0,25

Fuente: Elaboración propia.

Para los impactos permanente (operación) no se presentan impactos significativos para ningún corredor y ningún medio (físico, biótico y humano).

6.4 EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Todo proceso de decisión implica, necesariamente, la comparación entre diferentes alternativas, el hecho de comparar elementos se traduce en la necesidad de realizar mediciones que permitan aplicar los criterios de comparación de modo de establecer preferencias entre ellos. Los elementos que participan en un proceso de decisión por lo general se miden en escalas diferentes (Km, \$ ó especies impactadas por ejemplo), por lo que se requiere transformar estas unidades en una unidad común que sea válida para todas las escalas.

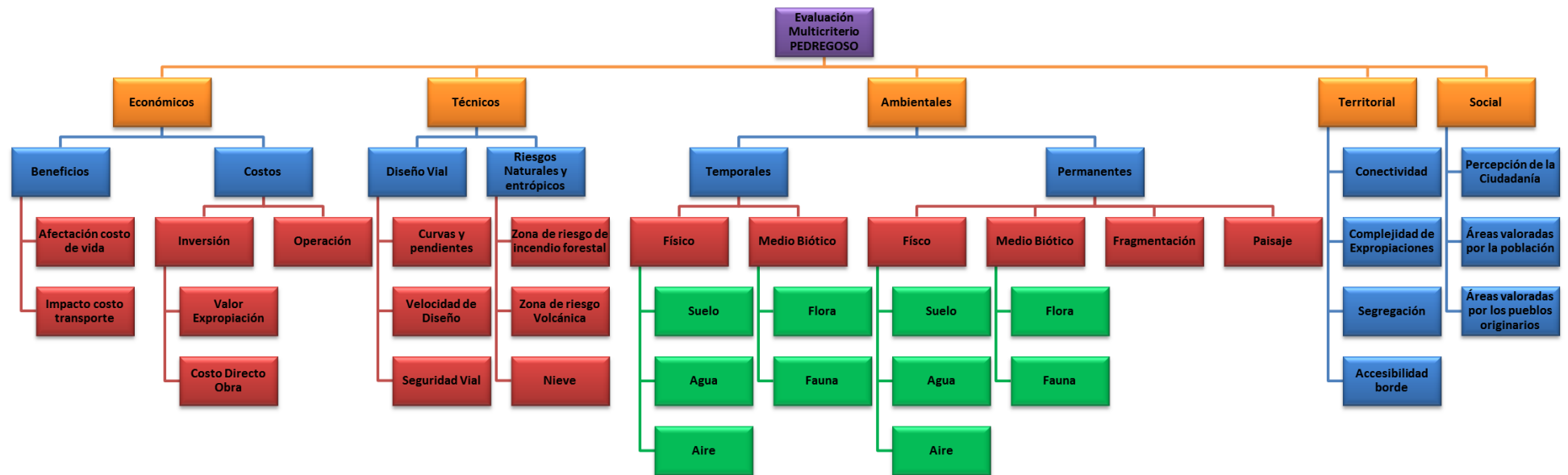
En el análisis de decisiones de inversión, normalmente esta diversidad de métricas se resuelve con la transformación de todos los impactos de un proyecto, en un indicador económico, típicamente el VAN ó TIR, cuya unidad de medida es el valor del dinero en un instante dado del tiempo. El problema radica en que no todas las variables de decisión involucradas en el proceso son convertibles a unidades económicas sin caer en errores de medición; se requiere entonces de un método más eficiente que permita integrar las variables de decisión evaluándolas en su escala natural de medida.

En este estudio se aplicará la metodología de evaluación multicriterio del Proceso Analítico Jerárquico para evaluar las distintas alternativas de conexión vial por la ribera norte del lago Villarrica entre el sector de María Luisa en la Comuna de Villarrica y el sector de Río Turbio en la comuna de Pucón.

La metodología multicriterio utilizada, incorpora indicadores económicos, de ingeniería (técnicos), de impacto ambiental, territorial y sociales, integrándolos en un único indicador que permita establecer comparaciones entre las distintas alternativas de inversión.

De acuerdo al planteamiento metodológico, para el objetivo definido anteriormente, se ha identificado un conjunto de criterios, subcriterios e indicadores de gestión estructurados en un modelo de decisión jerárquico, la siguiente figura muestra la estructura de evaluación planteada.

Figura N° 62
Estructura Jerárquica Multicriterio



Fuente: Elaboración Propia

Las alternativas factibles de proyecto se evaluarán en cada uno de los criterios terminales del modelo (indicadores de gestión) para luego, en función de la importancia relativa obtenida para cada uno de ellos, sintetizar las evaluaciones en un único valor que representa el desempeño de la alternativa evaluada; este indicador global permitirá jerarquizar las alternativas en base a una evaluación que integre la totalidad de elementos identificados.

Para la evaluación del proceso multicriterio se realizaron 2 instancias de pesaje de criterios para obtener los niveles de importancia de cada elemento, en estas instancias participaron los servicios y la contraparte técnica del estudio.

Con respecto a los resultados de la actividad con Entidades Regionales:

En el modelo de consenso, la dimensión más importante es la de aspectos ambientales la que se lleva un 29,3% de la decisión, seguida de los aspectos asociales con un 26,7% de importancia; En términos proporcionales, estas variables tienen una importancia relativa similar. Luego, se ubican las variables técnicas y territoriales, con niveles de importancia de 19,8% y 16,3% respectivamente. Finalmente, se tiene el aspecto económico con un nivel de importancia del 8%.

En base a estos resultados se observa que las variables ambientales son dos veces más importantes que las variables territoriales y, casi cuatro veces más importantes que los aspectos económicos.

Del mismo modo se tiene, los resultados muestran que de acuerdo a las preferencias de las entidades regionales, el 56% de la decisión de trazado se la llevan los aspectos ambientales y sociales. En el sentido inverso, destaca el peso de los indicadores económicos los que alcanzan un 7,9% de la decisión; situación que es consistente si se considera que los actores tenían la información que sólo las alternativas factibles económicamente serán sometidas a la evaluación multicriterio, información que claramente condiciona el peso de la variable.

Con respecto a los resultados de la actividad con Organismos Técnicos MOP:

En el modelo de consenso, la dimensión más importante es la de aspectos Técnicos la que se lleva un 50,6% de la decisión, seguida de los aspectos sociales con un 24,1%, destaca el hecho que entre estos dos criterios se llevan el **75%** aproximado de la decisión. Luego se ubican los criterios ambientales y sociales, con niveles de importancia de 10,6% y 8,2% respectivamente. Finalmente, se tiene el aspecto territorial con un nivel de importancia del 6,5%.

En base a estos resultados se observa que las variables técnicas son dos veces más importantes que las variables económicas y, casi cinco veces más importantes que los aspectos ambientales.

En función de estas 2 instancias se desarrolla un Modelo de Consenso Final, el que se compone de la media geométrica de los juicios emitidos en las matrices de

comparaciones a pares resultantes para el modelo combinado de ambos grupos de actores: el grupo a nivel central y el grupo de actores regionales.

En el modelo de consenso final, la dimensión más importante es la de aspectos técnicos la que se lleva un 35,9% de la decisión, seguida de los aspectos ambientales con un 20%% de importancia; luego se ubican las variables sociales, las que se representan el 17% de la decisión seguidas de las dimensiones económicas y territoriales con un 15% y un 12% respectivamente.

El modelo de evaluación multicriterio utiliza la evaluación obtenida por cada alternativa en los indicadores de gestión antes definidos y los transforma a una escala única de prioridad. En esta oportunidad, este proceso se realizó utilizando una función lineal definida para cada indicador, donde a la alternativa que presentaba la peor evaluación se le asignó un valor de cumplimiento cercano a 0% y, a la de mejor desempeño un 100% de cumplimiento. De este modo, la evaluación global que se obtiene de cada alternativa es RELATIVA al conjunto de alternativas analizadas.

Los resultados muestran que, de acuerdo a los pesos de todos especialistas, la alternativa mejor evaluada es la **Alternativa A6-Quelhue**, que obtiene un **79,34%** de desempeño global en el modelo de consenso final. Del mismo modo, para ambos grupos la alternativa que obtiene el segundo lugar en el ranking es la **Alternativa A4-Pedregoso** la que alcanza un **74,32%**. De esta manera la diferencia entre las alternativas que ocupan el primer y el segundo lugar es de apenas un **5,02%**. Ambos grupos de actores coinciden en que la alternativa peor evaluada es la **Alternativa A2-Ribereño**.

Se observa que, a pesar de las variaciones en las preferencias de los grupos de actores en relación a los criterios estratégicos, **NO** hay diferencia en las alternativa mejor evaluada, ambos grupos de actores coinciden en los dos primeros lugares del ranking de alternativas. La diferencia entre los grupos está en magnitud de la distancia que separa el primer del segundo lugar: la mayor diferencia entre ambas la presenta el grupo que representa a los actores regionales con un **6,75%** de delta de evaluación entre alternativas mientras que para los representantes del MOP Central la distancia que separa a ambas alternativas es de apenas un **2,85%** es decir, para este grupo de actores, las alternativas 6 y 4 son prácticamente iguales.

7 ETAPA 4: “INGENIERÍA BÁSICA Y PREDISEÑOS A NIVEL DE ANTEPROYECTOS”

En ésta etapa se desarrolló la Ingeniería Básica correspondiente al anteproyecto de las alternativas del tramo en estudio. Además de tener en cuenta toda la información disponible para el desarrollo de los correspondientes prediseños a nivel de Anteproyecto, se entregó un presupuesto de costos de inversión asociados a cada diseño considerado.

En el ámbito ambiental – territorial y de participación ciudadana, en esta etapa se realizó una evaluación integral de los impactos previstos y una presentación preliminar de las medidas que contribuirán a optimizar el diseño del proyecto.

7.1 CAMINOS

En la etapa anterior del estudio, se efectuó la selección de alternativas, en función a sus rentabilidades e indicadores multicriterio ha sido seleccionada la alternativa: A6-Quelhue.

Esta alternativa presenta los siguientes indicadores:

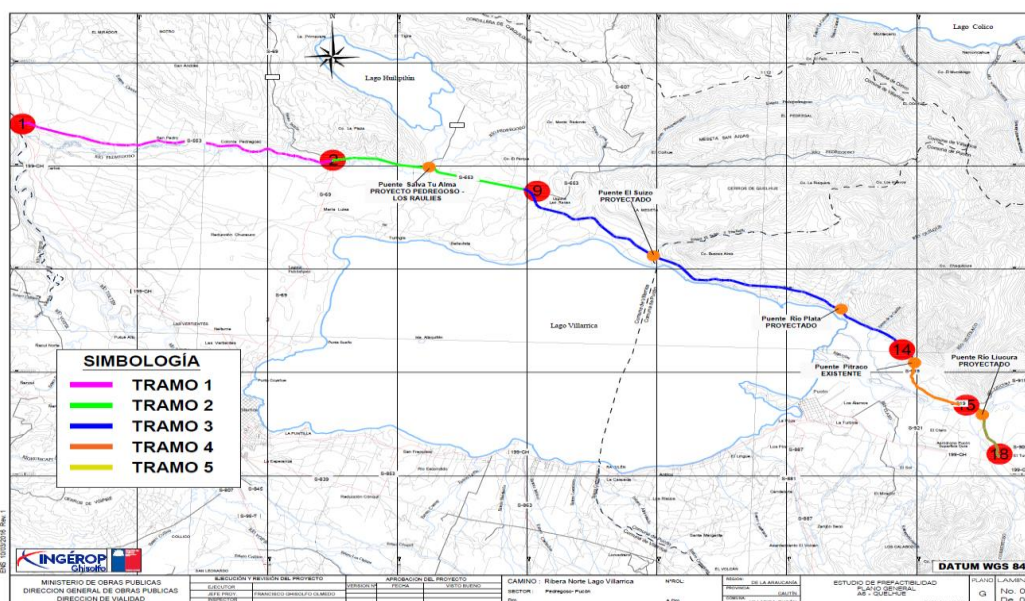
Tabla N° 52

ALT	VAN (MM\$)	TIR (%)
6	46.968,8	15,37%

Fuente: Elaboración propia.

Además en los resultados del modelo de consenso final de la evaluación multicriterio muestran que, de acuerdo a los pesos de todos especialistas, la alternativa mejor evaluada es la **Alternativa A6-Quelhue**, que obtiene un **79,34%** de desempeño global en el modelo de consenso.

Figura N° 63
Corredor N°6: Quelhue



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 53
Tramificación de la Vía

Tramo	Nodo Inicio	Toponimia Inicio	Dm. Inicio	Nodo Termino	Toponimia Termino	Dm. Termino	Longitud (km)	Pavimento Existente	Vialidad Existente
1	1	María Luisa	0.000,000	2	Pedregoso	12.540,000	12,54	Ripio	S-553
2	2	Pedregoso	12.540,000	9	Las Ranas	20.200,000	7,66	Asf. (4) y Ripio	S-553
3	9	Las Ranas	20.200,000	14	Río Plata	38.900,000	18,70	---	---
4	14	Río Plata	38.900,000	15	Comunidad Quelhue	42.540,000	3,64	Ripio	S-919
5	15	Comunidad Quelhue	42.540,000	18	Río Turbio	45.300,000	2,76	---	---

Fuente: Elaboración Propia

La alternativa seleccionada se desarrolla por la ribera norte del lago Villarrica comenzando (Dm. 0.000,000) su desarrollo en el sector de María Luisa donde intersecta con la Ruta 199-CH y finalizando en el sector de río Turbio (Dm. 45.300,000) en la intersección con la Ruta 199-CH y la ruta S-905 (a Caburgua).

La vía se ha dividido de acuerdo a la siguiente tramificación:

Tramo 1: Nodo 1-2

Toponimia: María Luisa - Pedregoso

Longitud: 12,54km.

Tipo de pavimento: Ripio.

El tramo 1 se desarrolla desde el Nodo 1: María Luisa Dm. 0.000,000 (intersección Ruta 199-CH con ruta S-553) al Nodo 2: Pedregoso Dm. 12.540,000 (intersección ruta S-553 con ruta S-69), tiene una longitud de 12,54km y se desarrolla sobre la actual ruta S-553 (Catrico - Pedregoso - Las Ochocientas) con pendientes bajas sobre terreno principalmente llano alcanzando velocidades de operación del orden de los 80km/h, con una altura máxima de 300m al final del tramo, se mantiene al lado norte del río Pedregoso en la totalidad del tramo.

El ancho de la vía es de 13m, donde se consideraron 2 pistas (bidireccionales) para el tránsito de vehículos además de una ciclovía de 2,5m.

Tramo 2: Nodo 2-9

Toponimia: Pedregoso – Las Ranas

Longitud: 7,7 km.

Tipo de pavimento: 4 km. en Tratamiento Superficial Doble y 3,7 en Ripio.

El tramo 2 se desarrolla desde el Nodo 2: Pedregoso Dm. 12.540,000 (intersección ruta S-553 con ruta S-69) al Nodo 9: Las Ranas Dm. 20.200,000 (estero), tiene una longitud de 7,7km y se desarrolla sobre la actual ruta S-553 (Catrico - Pedregoso - Las Ochocientas) con pendientes bajas en gran parte de la vía pero también presenta pendientes elevadas en algunos sectores alcanzando velocidades de operación del orden de los 80km/h, con una altura máxima de 388m al final del tramo, se mantiene al lado norte del río Pedregoso en la totalidad del tramo.

El ancho de la vía es de 13m, donde se consideraron 2 pistas (bidireccionales) para el tránsito de vehículos además de una ciclovía de 2,5m.

En el Dm. 16.380,000 el camino cruza el río Pedregoso en donde actualmente se encuentra el puente Salva tu Alma, por lo que se considera su remoción y remplazo por uno que cumpla con el nuevo ancho de la vía.

Tramo 3: Nodo 9-14

Toponimia: Las Ranas – Río Plata

Longitud: 18,7km.

Tipo de pavimento: No existe camino.

El tramo 3 se desarrolla desde el Nodo 9: Las Ranas Dm. 20.200,000 (estero) y el Nodo 14: Río Plata Dm. 38.900,000, tiene una longitud de 18,7km y se desarrolla en un sector en que actualmente no existe camino, con pendientes altas sobre terreno principalmente montañoso alcanzando velocidades de operación del orden de los 60km/h, con una altura máxima de 388m al inicio del tramo en el sector del cerro Buenos Aires perteneciente a la denominada formación montañosa del Quelhue, se desarrolla a una distancia mínima de 100m desde la orilla del lago en la zona del cerro Buenos Aires para luego alejarse del borde del lago a una distancia máxima de 700m.

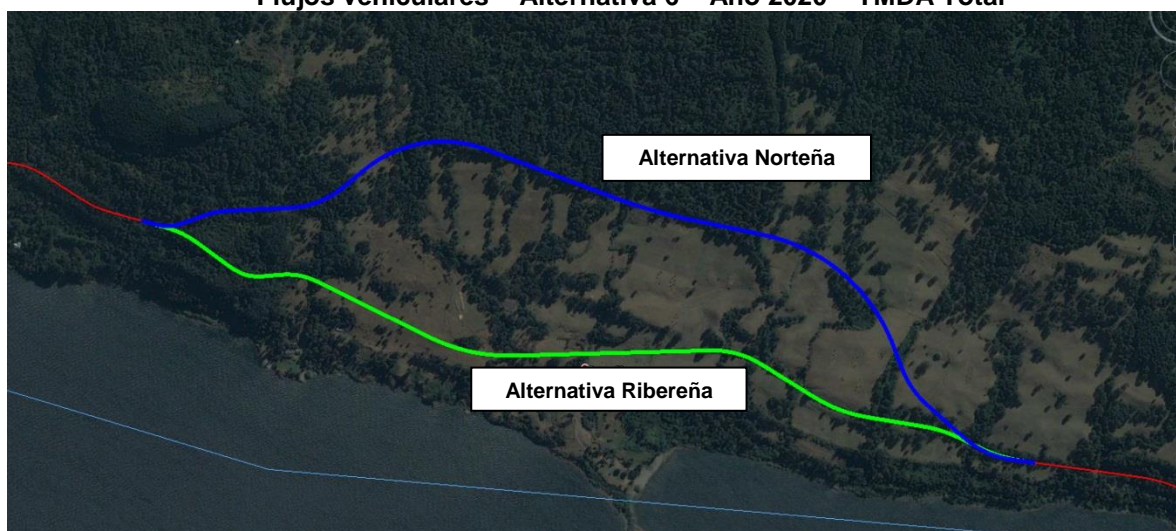
El ancho de la vía es de 10m, donde se consideraron 2 pistas (bidireccionales) para el tránsito de vehículos.

En el Dm. 26.600,000 el camino cruza el estero El Suizo en donde se considera la construcción de una obra para salvar su paso.

En el Dm. 35.060,000 el camino cruza el río Plata en donde se considera la construcción de una obra para salvar su paso.

Entre los Dm. 30.737,284 al Dm. 33.433,607 equivalente al 33.664,435 a través de ecuación de kilometraje, se desarrolló una alternativa ribereña (de color verde) que forma parte del proyecto y una alternativa norteña (de color azul).

Figura N° 64
Flujos vehiculares – Alternativa 6 – Año 2020 – TMDA Total



Fuente: Elaboración propia sobre cartografía Google Earth.

Para definir cuál sería parte del proyecto definitivo se desarrolló un análisis parcial de sus costos, asociados principalmente a las obras básicas, con los siguientes resultados.

Tabla N° 54
Comparativa de costos

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	L [km]= PU \$	ALT. NORTENA		ALT. RIBERENA	
				2,93	2,70	CANTIDAD	TOTAL \$
200	MOVIMIENTOS DE TIERRA						
201-1	EXCAVACION DE ESCARPE	m ³	6.094	5.489	33.449.966	7.203	43.895.082
201-2	REMOCION DE MATERIAL INADECUADO	m ³	6.415	549	3.521.835	720	4.618.800
201-3	EXCAVACION DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA	m ³	5.687	40.777	231.896.524	4.379	24.903.373
201-4	EXCAVACION DE CORTE EN ROCA	m ³	20.649	165.002	3.407.126.992	22.116	456.673.284
205-1	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m ³	7.406	59.377	439.747.521	35.741	264.697.846
209-1	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m ³	618	32.721	20.221.578	30.221	18.676.578
300	CAPAS GRANULARES						
301-1	SUBBASE GRANULAR, CBR > 40%	m ³	11.019	6.360	70.080.840	5.874	64.725.606
302-1	BASE GRANULAR, CBR > 80%	m ³	27.355	5.994	163.965.870	5.536	151.437.280
400	REVESTIMIENTO Y PAVIMENTO						
407-2	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE	m ²	5.623	29.261	164.527.288	26.987	151.741.154
500	ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS						
510-4	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE	m ²	128.504	677	86.998.750	1.150	147.779.600
SUBTOTAL PRESUPUESTO					4.621.537.163		1.329.148.603

Fuente: Elaboración propia.

Dando como resultado la alternativa ribereña con un menor costo debido a la disminución de distancia y de movimientos de tierra, por lo anterior esta fue incorporada al PROYECTO y la alternativa norteña quedó referida en él como VARIANTE.

Tramo 4: Nodo 14-15

Toponimia: Río Plata – Comunidad Quelhue

Longitud: 3,64km.

Tipo de pavimento: Ripio.

El tramo 4 se desarrolla desde el Nodo 14: Río Plata Dm. 38.900,000 y el Nodo 15: Comunidad Quelhue Dm. 42.540,000 tiene una longitud de 3,64km y se desarrolla sobre la actual ruta S-919 (Río Plata – El Cristo) con pendientes bajas sobre terreno principalmente llano alcanzando velocidades de operación del orden de los 30km/h, con una altura máxima de 250m al final del tramo, se desarrolla por el alrededor de territorios ancestrales mapuches por lo que se ha mantenido la rasante lo más similar al terreno existente y se restringido la velocidad y los anchos a lo existente.

El ancho de la vía es de 7m conservándose la situación actual de la ruta.

Nodo 15-18

Toponimia: Comunidad Quelhue – Río Turbio

Longitud: 2,76 km.

Tipo de pavimento: no existe camino.

El tramo 5 se desarrolla desde el Nodo 15: Comunidad Quelhue Dm. 425.540,000 y el Nodo 18: Río Turbio Dm. 45.300,000 (intersección con Ruta 199-CH y ruta S-905) tiene una longitud de 3km y corresponde a un tramo nuevo de trazado, con pendientes bajas sobre terreno principalmente llano alcanzando velocidades de operación del

orden de los 60km/h, con una altura máxima de 308m al final del tramo, se desarrolla por el lado oriente del río Turbio a una distancia de 250m aproximadamente.

En el Dm. 42.950,000 el camino cruza el río Liucura en donde se considera la construcción de un puente para salvar su paso.

El ancho de la vía es de 10m, donde se consideraron 2 pistas (bidireccionales) para el tránsito de vehículos.

Clasificación Funcional de la vía

Se considerará la misma clasificación funcional para todas las alternativas la que corresponderá a un camino colector, con una calzada de dos pistas bidireccional, debido a que se tratará de un camino con tránsito y composición variable según tipo de actividad, principalmente Turística.

Velocidad de Proyecto

Basado en que uno de los objetivos globales del estudio es que se trata de un tramo del corredor que se desarrolla desde Villarrica a Pucón dentro de la Red Interlagos, se establece una $V_p=60$.

Sección Transversal

La definición de la sección transversal será acorde al nivel de tránsito y la composición de este, para la V_p propuesta.

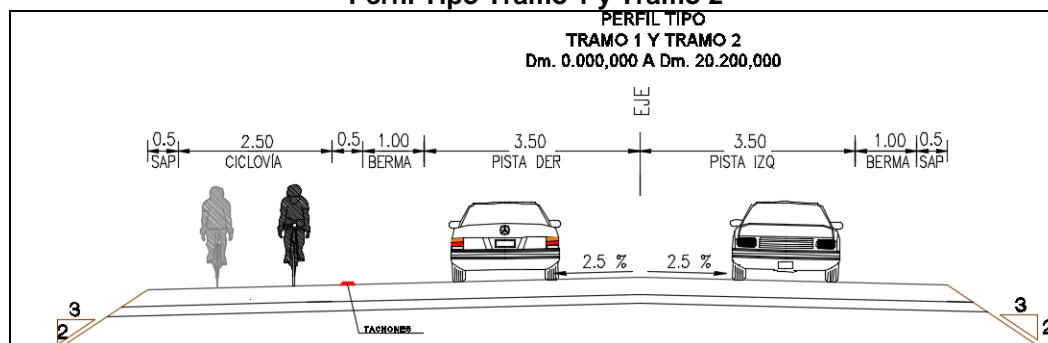
Se define la sección transversal para cada uno de los tramos definidos:

Tabla N° 55
Tramificación de la Sección Transversal

Tramo	Ancho Pistas (m)	Ancho Berma (m)	Ancho SAP (m)	Elemento Segregador (m)	Ancho Ciclovía (m)	ANCHO TOTAL PLATAFORMA (m)
1	3,5	1,0	0,5	0,5	2,5	13
2	3,5	1,0	0,5	0,5	2,5	13
3	3,5	1,0	0,5	0	0	10
4	3,5	0	0	0	0	7
5	3,5	1,0	0,5	0	0	10

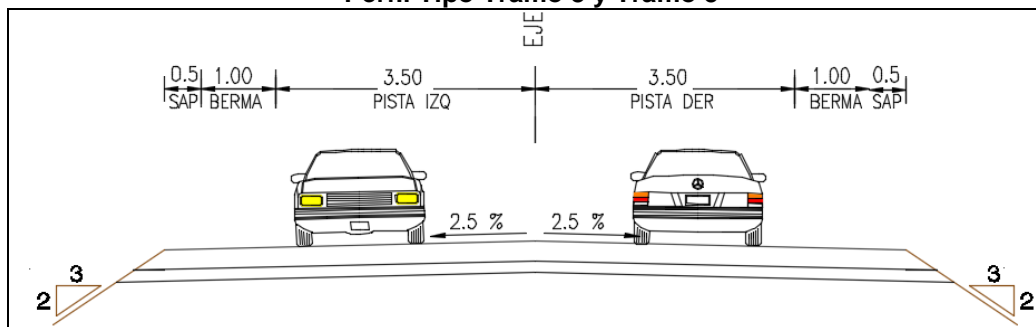
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 65
Perfil Tipo Tramo 1 y Tramo 2



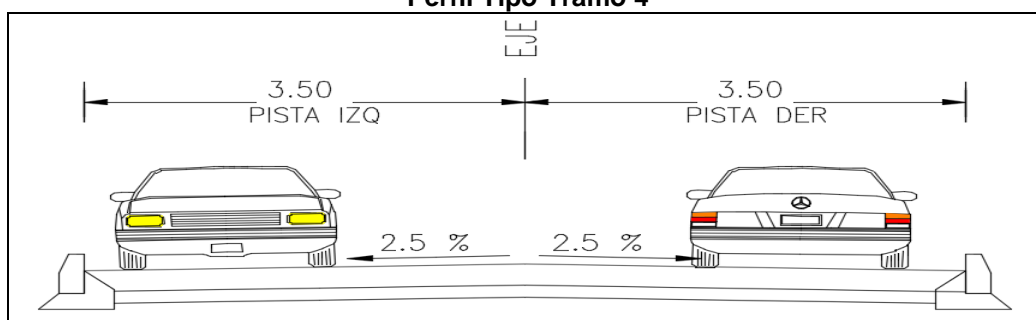
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 66
Perfil Tipo Tramo 3 y Tramo 5



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 67
Perfil Tipo Tramo 4



Fuente: Elaboración propia.

Para el tramo 4 que se encuentra en el sector de la Comunidad Mapuche Quelhue se ha dado una solución de para un ancho de 7m confinado entre soleras.

7.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS

Se consideraron los siguientes ejes equivalentes de diseño para el proyecto, por ser un estudio de prefactibilidad se ha considerado el caso (tramo) más desfavorable.

Tabla N° 56
Ejes Equivalentes de Diseño 10 años

	Años	EEQQ
Ribera Norte Lago Villarrica	10	372.238
Ribera Norte Lago Villarrica	20	676.993

Fuente: Elaboración Propia

Considerando el nivel de la sollicitación de tránsito, se analiza la solución de pavimento consistente en un tratamiento superficial DTS con una vida útil de 10 años y alternativamente una Carpeta de Asfalto con una vida útil de 20 años. Se analizarán los costos de conservación de ambos para 20 años para que sea equivalente su análisis en el horizonte de demanda analizado.

Los Factores de Ejes Equivalentes empleados corresponden a los presentes en la Tabla 3.603.202.C del Volumen 3 del Manual de Carreteras. Se emplean los datos de la Plaza localizada en Concepción, Ruta 148, considerando serviciabilidad final de 2,5.

Tabla N° 57
Factores de Ejes Equivalentes, Plaza Concepción

C2E	C+2E	BUS
0,56	2,16	1,54

Fuente: Elaboración Propia

Se consideró una solución de tratamiento superficial, cuya estructura resultante es dos capas granulares de 200 mm de espesor cada una y CBR 80% y 40% respectivamente.

Para la solución de asfalto, la estructura de pavimento resultante es una carpeta asfáltica de 80 mm de espesor y una base granular CBR 80% de 150mm de espesor.

7.3 INTERSECCIONES

Para el diseño de las Intersecciones con la Ruta 199-CH, se ha considerado lo indicado en el acápite 3.302.5 y 3.500 del Manual de Carreteras Volumen 3, MCV3 en adelante.

Figura N° 68
Velocidades para Ramales

TABLA 3.504.203(2).A
VELOCIDADES DE PROYECTO MINIMAS EN RAMALES DE ENLACE

Vp Carretera de Destino km/h	Directos Import. entre Autopistas			Directos				Semidirectos				Lazos				
	80	100	120	40	60	80	100	120	40	60	80	100	120	40-80	100-120	
Vp Carretera de Origen km/h	40	-	-	-	-	30	30	35	40	-	30	30	35	40	25	30
	60	-	-	-	30	35	40	45	50	30	35	40	45	30	35	
	80	60	65	70	45	50	55	60	40	45	50				35	
	100	70	80			70					60				40	
	120	80	90	100		80					70				50	

Fuente: Elaboración Propia

Se considera Velocidad de Ruta 199-CH una velocidad de proyecto de 80 Km/h y de 60 Km/h para el diseño de nuestra Ruta en Estudio, obteniendo ramales directos para velocidad de 45 Km/h en aquellos que tienen origen en la Ruta 199-CH y velocidad de 40 Km/h para aquellos ramales que tienen origen en la Ruta proyectada.

7.4 DEFENSAS FLUVIALES PARA EL CAMINO

En el trazado del camino se presenta situaciones de acercamiento del eje a cauces fluviales, por lo que se realizó un análisis de los puntos críticos, realizando la estimación de defensas fluviales requeridas, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 58
Verificación de Defensas Fluviales en el Trazado del Camino.

Dm	Diferencia Cota Rasante-Río (m)	Defensas Fluviales	Longitud (m)	Socavación (Referencia Puente Salva tu Alma Dm16.380) (m)	Comentario
4.800	18	No			Zona alta
6.300	16	No			Zona alta
7.300	14	No			Zona alta
7.700	10	No			Zona alta
8.000	10	No			Zona alta

Dm	Diferencia Cota Rasante-Río (m)	Defensas Fluviales	Longitud (m)	Socavación (Referencia Puente Salva tu Alma Dm16.380) (m)	Comentario
8.400	5	No			Existe planicie de inundación
8.900	6	No			Existe planicie de inundación
9.280	5	No			Existe planicie de inundación
9.700	5	No			Existe planicie de inundación
9.900	9	No			Existe planicie de inundación
10.400	8	No			Existe planicie de inundación
10.800	4	No			Existe planicie de inundación
11.100	3	10900-11300	400	1	Protección terraplén
11.500	5	No			Existe planicie de inundación
11.840	2	11800-11880	80	1	Existe riesgo de alcanzar rasante
12.160	3.3	12120-12220	100	1	Existe riesgo de alcanzar rasante
12.440	3	12400-12480	80	1	Existe riesgo de alcanzar rasante
13.000	16	No			Zona alta
13.500	14	No			Zona alta
35.500	2	No			35100-36400 en terraplén h=1.5 m
38.700	3	38680-38720	40	1	Protección terraplén

Fuente: Elaboración propia.

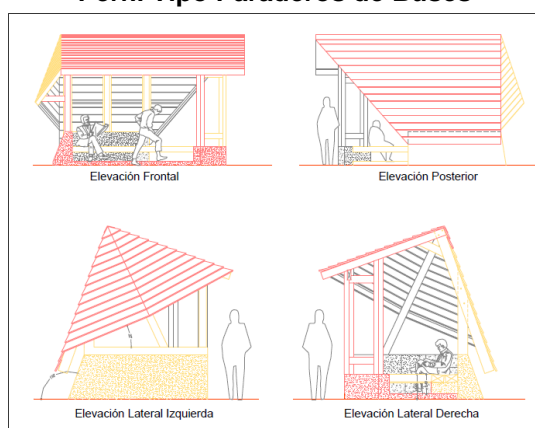
7.5 CICLOVÍA

Se consideran ciclovías en los tramos poblados correspondientes a los primeros 20 km, que comprenden desde Pedregoso al estero Las Ranas.

7.6 PARADEROS Y MIRADORES

Se ha considerado reposición de los paraderos existentes a la ruta, además de la incorporación de paraderos en zonas pobladas. Debido a que la ruta en estudios se encuentra inserta dentro de la Red Interlagos se considerarán paraderos de buses del tipo étnico con el objetivo de no provocar un impacto significativo sobre el paisaje. El perfil tipo étnico de estos paraderos se ilustra en la siguiente figura:

Figura N° 69
Perfil Tipo Paraderos de Buses



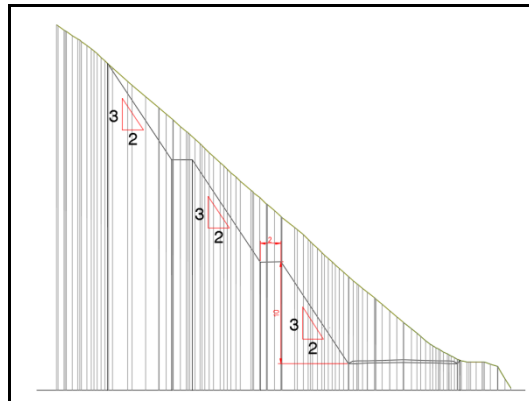
Fuente: DIA Mejoramiento Ruta S-69, Sector Pedregoso – Villarrica.

Se han considerado 2 accesos para la futura instalación de miradores, en los Dm. 25.340,000 y Dm. 31.600,000

7.7 CORTES Y TERRAPLENES

Para el desarrollo del proyecto se han considerado taludes de terraplén 3:2 (H:V) y para los cortes de 2:3 (H:V), en los puntos donde las alturas de corte exceden los 10m se ha considerado una berma de 2m.

Figura N° 70
Corte altos



Fuente: Elaboración propia.

Perfil Tipo I

Hasta alturas menores o igual a 10.0m
Talud 2:3(H:V)

Perfil Tipo II

Alturas mayores

Hasta alturas menores o igual a 30.0m
Talud 2:3(H:V) hasta 10,0m
Berma de 2.0m de ancho
Talud de 2:3(H:V) hasta 20,0m
Berma de 2.0m y altura de 10.0m

Taludes de Talud de 2:3(H:V) hasta 30.0m y berma de 2.0m cada 10.0m de altura.

7.8 MUROS DE TIERRA ESTABILIZADOS MECÁNICAMENTE (TEM)

Se utilizarán muros de tierra estabilizada mecánicamente para contención de suelos en los sectores que se generan grandes terraplenes. En este caso en consistencia con la intención de formar parte de la Red Interlagos se han considerados muros con revestimiento vegetal.

Los sectores en que se a considerados muros TEM, corresponden a:

Tabla N° 59
Muros de Tierra Estabilizados Mecánicamente

Dm Inicio	Dm Termino
12.470,000	12.535,000
26.631,838	26.647,000
27.975,000	29.616,000
30.060,000	30.834,000
34.719,500	34.846,500
12.470,000	12.535,000

Fuente: Elaboración propia.

7.9 SEGURIDAD VIAL

El criterio general de selección e instalación de los diversos dispositivos en la ruta en proyecto se basa en su integración a la Red Interlagos, para esto, se ha dispuesto la colocación de barreras de contención mixtas metal madera.

Figura N° 71
Barreras Mixtas Metal Madera



Fuente: Archivo del consultor.

En el caso de la señalización vertical y horizontal dispuso la colocación masiva de señales y demarcación tendientes a guiar al usuario, en especial los visitantes no habituales, a través de la ruta con la finalidad de que puedan desplazarse en forma segura e informada considerando señalética del tipo Interlagos desarrolladas para esta red, que comprenden: Direccionales, de Confirmación e Inicio Red. Señalética con simbología Interlagos para Señales del Tipo Turística.

Figura N° 72
Señalética Tipo Red Interlagos



Fuente: Archivo del consultor.

7.10 PUENTES

Para la alternativa seleccionada se contemplan 3 puentes nuevos, el remplazo de 1 puente existente y mantener 1 puente existente. Los puentes considerados han sido denominados:

Figura N° 73
Ubicación de Puentes



Fuente: Elaboración propia.

7.10.1 Puente Salva tu Alma en el Dm. 17.140,000

Actualmente se ubica sobre la actual ruta S-553 para salvar el accidente geográfico correspondiente al río Pedregoso. Tiene una longitud de 40m, un ancho de 5m con 2 pasillos. Se compone de 3 cepas y 5 vigas. La infraestructura es de Hormigón Armado y la Superestructura de Madera/Acero con barandas de madera. Es capaz de soportar una carga de 5ton.

Debido a que el ancho del puente existente no es compatible con el perfil tipo para este tramo del camino, se ha determinado reemplazar el puente existente por uno de 13,35m de ancho que considera 2 calzadas de 3,5m y un pasillo de 2,5m.

El nuevo puente se encontrará ubicado en el Dm. 16.351,58 del proyecto y tendrá una longitud de 50m, la que será cubierta en dos tramos de 25m, proyectando una cepa central de aprox. 7,7m de altura.

La superestructura se compone de un tablero de 13,35m de ancho, el que dará espacio a la calzada de 3,5m y bermas 1,5m. Se considera un pasillo peatonal de 2,5m. La losa de 20cm de espesor descargará sobre 4 vigas prefabricadas de 1,65m de altura, las que quedaran espaciadas una de otra aprox. 3,45m.

La infraestructura se compone dos estribos y una cepa central. Los estribos de entrada y salida tienen 6,40m de altura y estarán provistos con muros ala en 90°. El ancho de los estribos es de 11,60m, mientras que su ancho de fundación será de 4,0m.

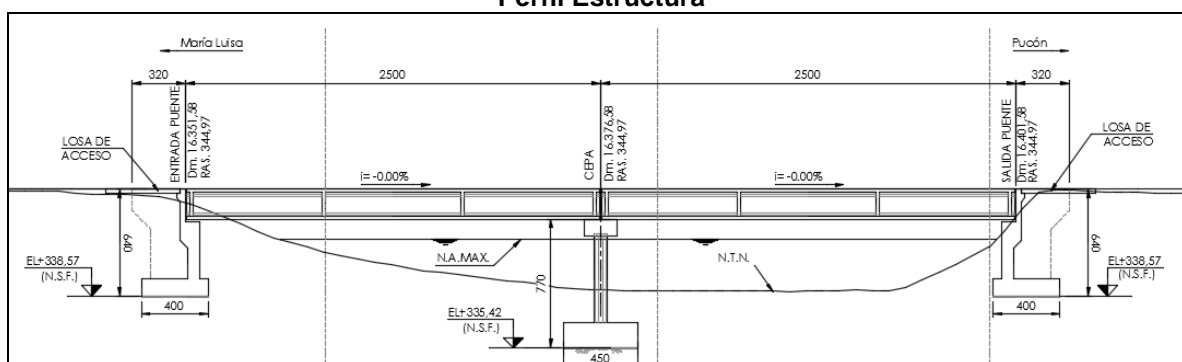
A continuación, se presenta una tabla con las características principales de la estructura:

Tabla N° 60
Descripción Estructura

Ubicación (Dm)	16.351,58 a 16.401,58
Longitud	50m
N° de tramos	2
Ancho de Calzadas	7 m
Ancho de Berma	1,5 m
Altura Cepa Mayor	7,70 m
Altura Mayor Estribos	6,4 m

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 74
Perfil Estructura



Fuente: Elaboración Propia

7.10.2 Puente El Suizo en el Dm. 27.340,000

Corresponde a un puente nuevo para salvar el accidente geográfico correspondiente al estero El Suizo, se encontrará ubicado en el Dm. 26.566,910 del proyecto. Tendrá una longitud de 65m, la que será cubierta en tres tramos de 15,6m – 25,0m - 24,4m proyectando dos cepas de aprox. 20,15m y 19,6m de altura.

La superestructura se compone de un tablero de 12,35m de ancho, el que dará espacio a la calzada de 3,5m y bermas 1,5m. La losa de 20cm de espesor descargará sobre 4 vigas prefabricadas de 1,65m de altura, las que quedaran espaciadas una de otra por 3,45m.

La infraestructura se compone dos estribos y dos cepas. Los estribos de entrada y salida tienen 6,40m de altura y estarán provistos con muros ala en 90°. El ancho de los estribos es de 11,60m, mientras que su ancho de fundación será de 4,0m.

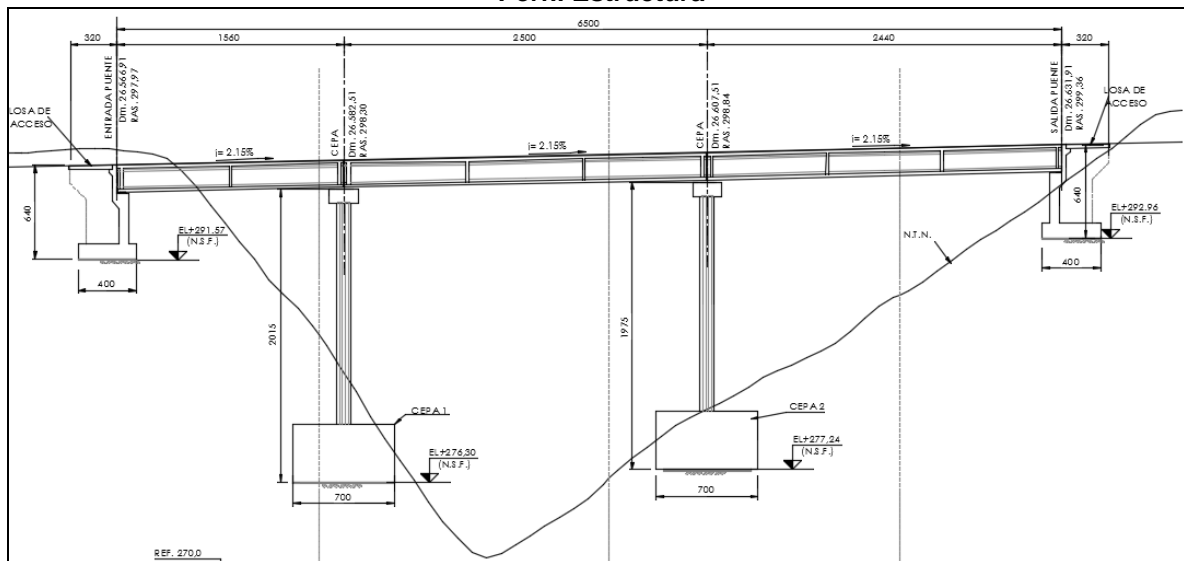
A continuación, se presenta una tabla con las características principales de la estructura:

Tabla N° 61
Descripción Estructura

Ubicación (Dm)	26.566,910 a 26.631,91
Longitud	65m
N° de tramos	3
Ancho de Calzadas	7m
Ancho de Berma	1,5m
Altura Cepa Mayor	20,15m
Altura Mayor Estribos	6,4m
Esviaje	85.9°

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 75
Perfil Estructura



Fuente: Elaboración Propia

7.10.3 Puente Plata en el Dm. 35.860,000

Corresponde a un puente nuevo para salvar el accidente geográfico correspondiente al río Quilque (río Plata), se encontrará ubicado en el Dm. 35.050,17 del proyecto. Tendrá una longitud de 25m.

La superestructura se compone de un tablero de 12,35m de ancho, el que dará espacio a la calzada de 3,5m y bermas 1,5m. La losa de 20cm de espesor.

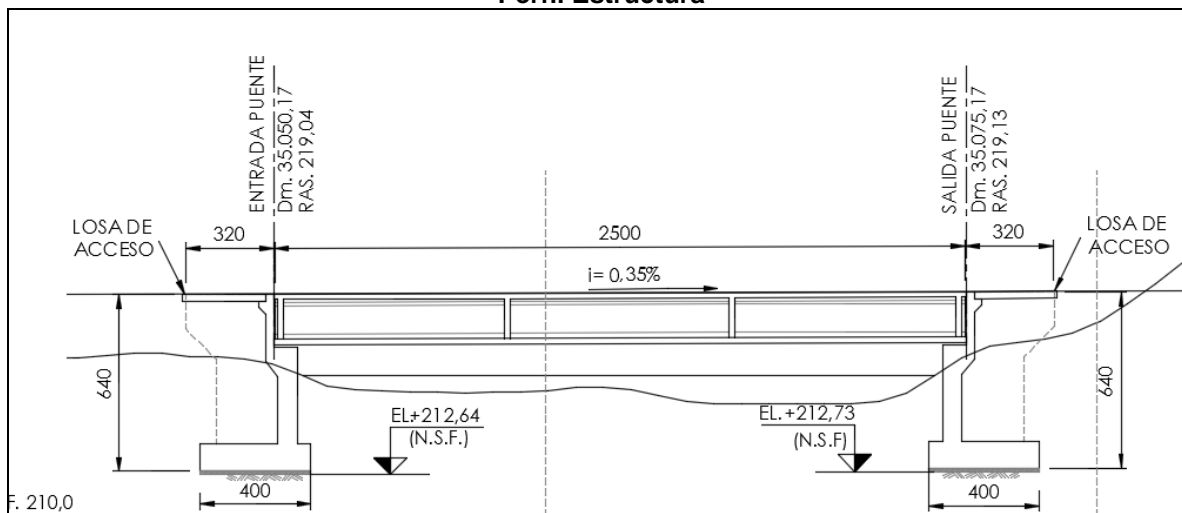
La infraestructura se compone dos estribos y dos cepas. Los estribos de entrada y salida tienen 6,40m de altura y estarán provistos con muros ala en 90°. El ancho de los estribos es de 11,60m, mientras que su ancho de fundación será de 4,0m.

Tabla N° 62
Descripción Estructura

Ubicación (Dm)	35.050,170 a 35.075,170
Longitud	25m
N° de tramos	1
Ancho de Calzadas	7m
Ancho de Berma	1,5m
Altura Cepa Mayor	---
Altura Mayor Estribos	6,4m

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 76
Perfil Estructura



Fuente: Elaboración Propia

7.10.4 Puente Pitracó en el Dm. 39.620.000

Actualmente se ubica sobre la actual ruta S-919 para salvar el accidente en el Dm. 39.620.000 del proyecto. Es capaz de soportar una carga de 15ton.

Se ha determinado que el sector de la Comunidad Quelhue no sufrirá modificaciones en el ancho de la plataforma y no se realizarán obras mayores en esta zona, por lo tanto no se efectuará la reposición de dicho puente.

7.10.5 Puente Liucura en el Dm.43.760,000

Corresponde a un puente nuevo para salvar el accidente geográfico correspondiente al río Liucura, se encontrará ubicado en el Dm. 42.910,70 del proyecto. Tendrá una longitud de 125m, la que será cubierta en cinco tramos de aprox. 25m proyectando dos cepas de aprox. 64m de altura.

La superestructura se compone de un tablero de 12,35m de ancho, el que dará espacio a la calzada de 3,5m y bermas 1,5m. La losa de 20cm de espesor descargará sobre 4 vigas prefabricadas de 1,65m de altura, las que quedaran espaciadas una de otra por 3,45m.

La infraestructura se compone dos estribos y cuatro cepas. Los estribos de entrada y salida tienen 6,40m de altura y estarán provistos con muros ala en 90°. El ancho de los estribos es de 11,60m, mientras que su ancho de fundación será de 4,0m.

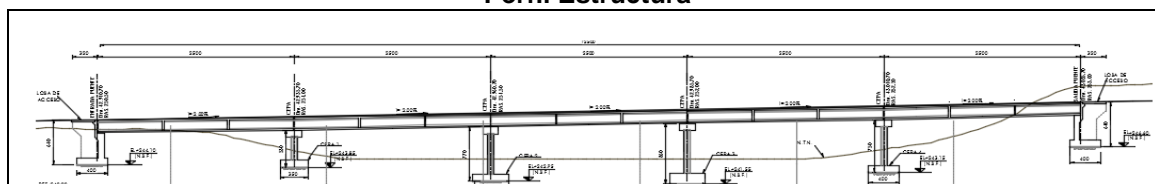
A continuación, se presenta una tabla con las características principales de la estructura:

Tabla N° 63
Descripción Estructura

Ubicación (Dm)	42.910,70 a 43.035,70
Longitud	125.0m
N° de tramos	5
Ancho de Calzadas	7 m
Ancho de Berma	1,5 m
Altura Cepa Mayor	8.6 m
Altura Mayor Estribos	5,3 m
Esviaje	90.0°

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 77
Perfil Estructura



Fuente: Elaboración Propia

7.11 CANTIDADES DE OBRAS Y PRESUPUESTO A SERIE DE PRECIOS UNITARIOS

Las cantidades de obra se presentan, en cuadro de detalle para su cálculo, siguiendo el itemizado de partidas pertinentes señaladas por el MC-V5, las que se rigen por las respectivas especificaciones técnicas del mismo volumen.

Los precios unitarios han sido estudiados, en la presente etapa de anteproyecto, con los insumos pertinentes y los rendimientos generalmente aceptados para ellos. Para ciertos casos de elementos prefabricados se ha adoptado el valor de suministro como el costo directo de la partida. A los costos directos de cada uno de los ítems se ha sumado el coeficiente de paso relativo al recargo por gastos generales, imprevistos y utilidad del Constructor. Los precios resultantes, aplicados a la valorización de las obras el impuesto al valor agregado IVA.

A continuación se presenta un cuadro resumen con el presupuesto para cada uno de los anteproyectos viales diseñados.

Tabla N° 64
Presupuesto Anteproyecto Vial con DTS

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	PU \$	CANTIDAD	TOTAL \$
100	PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO				
101-1	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	m ³	24.835	444	11.026.740
101-2	REMOCIÓN DE DUCTOS	m	15.912	384	6.110.208
101-5	REMOCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL	m	8.076	175	1.413.300
101-6	REMOCIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN LATERALES	m	9.497	175	1.661.975
101-8	REMOCIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL LATERAL	Nº	11.584	18	208.512
101-11	REMOCIÓN DE CERCOS	m	3.903	4.611	17.996.733
101-12	REMOCIÓN DE PORTONES	Nº	25.011	96	2.401.056
101-13	REMOCIÓN DE CASSETAS DE PARADEROS PARA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	301.910	5	1.509.550
101-14	TRASLADO DE POSTACIONES	gl	325.000	310	100.750.000
101-15	DESARME Y/O DEMOLICIÓN DE PUENTES EXISTENTES	gl	30.000.000	2	60.000.000
101-16	REMOCIÓN DE CONSTRUCCIONES	m ²	26.457	2.797	74.000.229
102-1	DESPEJE Y LIMPIEZA DE LA FAJA	km	1.089.071	45,3	49.334.916
200	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
201-1	EXCAVACION DE ESCARPE	m ³	6.094	118.118	719.808.533
201-2	REMOCIÓN DE MATERIAL INADECUADO	m ³	6.415	11.812	75.772.428
201-3	EXCAVACION DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA	m ³	5.687	141.871	806.820.377
201-4	EXCAVACION DE CORTE EN ROCA	m ³	20.649	567.481	11.717.915.169
202-1	EXCAVACION EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA OBRAS DE DRENAJE	m ³	7.732	892	6.896.944
205-1	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m ³	7.406	630.397	4.668.718.997
206-1	RELLENO ESTRUCTURAL	m ³	22.920	2.896	66.376.320
207-3	ENROCADOS DE PROTECCION	m ³	28.957	22.046	638.386.022
209-1	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m ³	618	593.481	366.771.258
210-1	APERTURA, EXPLOTACION Y ABANDONO DE EMPRESTITOS	gl	9.300.000	1	9.300.000
300	CAPAS GRANULARES				
301-1	SUBBASE GRANULAR, CBR > 40%	m ³	23.968	114.705	2.749.251.597
302-1	BASE GRANULAR, CBR > 80%	m ³	27.355	109.144	2.985.642.874
307-1	PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	gl	9.300.000	1	9.300.000
400	REVESTIMIENTO Y PAVIMENTO				
407-2	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE	m ²	8.624	424.434	3.660.318.816
500	ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS				
501-1	HORMIGÓN H-5	m ³	80.955	737	59.663.835
501-4	HORMIGÓN H-20	m ³	175.476	1.115	195.655.740
510-4	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE	m ²	128.504	25.653	3.296.513.112

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	PU \$	CANTIDAD	TOTAL \$
600	DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA				
605-1	EMBUDOS PARA DESCARGAS DE AGUA	Nº	328.086	90	29.527.740
605-2	DESCARGAS DE AGUA EN TUBOS CORRUGADOS DE MEDIA CAÑA	m	137.744	900	123.969.600
607-1	SOLERAS TIPO "A"	m	18.799	9.222	173.364.378
609-1	CUNETAS DE HORMIGÓN	m	33.403	1.383	46.196.349
619-1a	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=0,8m	m	130.633	60	7.837.980
619-1b	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=1,0m	m	143.391	1.434	205.622.694
700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
701-1	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS	m	4.381	92.220	404.015.820
701-4	PORTONES DE DOS HOJAS	Nº	459.886	96	44.149.056
702-2a	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 1 (SOLO ELEMENTOS DE APOYO), SP ≤ 0,5 m ²	Nº	110.584	360	39.810.240
702-2b	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 2, SP ≤ 1,0m ²	Nº	252.209	360	90.795.240
702-2c	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 3, 1,0 < SP ≤ 2,0 m ²	Nº	296.382	280	82.986.960
702-2d	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 4, 2,0 < SP ≤ 3,0 m ²	Nº	523.929	200	104.785.800
702-2e	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 5, 3,0 < SP ≤ 7,0 m ²	Nº	1.064.000	180	191.520.000
702-2f	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 6, 7,0 < SP ≤ 12,0 m ²	Nº	9.100.000	90	819.000.000
702-2g	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 7, 12,0 < SP ≤ 14,0 m ²	Nº	9.350.500	45	420.772.500
702-2h	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 8, 14,0 < SP ≤ 20,0 m ²	Nº	10.100.000	30	303.000.000
702-2k	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 11, 30,0 < SP ≤ 35,0 m ²	Nº	11.975.000	15	179.625.000
702-2l	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 12, 35,0 < SP ≤ 40,0 m ²	Nº	12.600.000	10	126.000.000
702-2m	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 13, 40,0 < SP ≤ 50,0 m ²	Nº	13.850.000	10	138.500.000
702-5	SEÑALIZACIÓN DE CANALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº	49.849	200	9.969.800
702-5a	DELINEADORES VERTICALES	Nº	58.602	300	17.580.600
702-5b	BALIZA ROL DE CAMINO Y KILOMETRO	Nº	76.800	92	7.065.600
702-5c	BALIZA KILOMETRO	Nº	56.840	20	1.136.800
704-1	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE CONTINUA	km	418.610	32	13.395.520
704-2	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE SEGMENTADA	km	313.293	20	6.265.860
704-4	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL SEGMENTADA	km	313.293	5	1.566.465
704-5	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL CONTINUA	km	418.610	91	38.093.510
704-6	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEAS, ACHURADOS, SIMBOLOS Y LEYENDAS	m ²	9.504	2.000	19.008.000
705-1	TACHAS REFLECTANTES	Nº	4.686	20.000	93.720.000
706-1	CASSETAS PARA PARADEROS DE LA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	2.190.000	10	21.900.000
717-1	BARRERA MIXTA METAL MADERA	m	79.447	23.055	1.831.650.585
800	OBRAS VARIAS				
800-1a	PUENTE SALVA TU VIDA	Nº	795.516.349	1	795.516.349
800-1b	PUENTE EL SUIZO	Nº	1.090.157.326	1	1.090.157.326
800-1c	PUENTE PLATA	Nº	1.097.578.103	1	1.097.578.103
800-1D	PUENTE LIUCURA	Nº	5.693.936.169	1	5.693.936.169
800-3	ACCESO	Nº	8.874.000	96	851.904.000
800-4	INTERSECCIONES	Nº	17.748.000	7	124.236.000
800-5	MIRADORES	Nº	50.000.000	2	100.000.000
800-6	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	Nº	2.073.408.480	1	2.073.408.480
	SUBTOTAL PRESUPUESTO				49.779.093.764
	SUBTOTAL TOTAL				49.779.093.764
	IVA (19%)				9.458.027.815
	TOTAL PRESUPUESTO				59.237.121.580
	EXPROPIACIONES				4.691.023.480
	TOTAL				63.928.145.060

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 65
Presupuesto Anteproyecto Vial con Asfalto

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	PU \$	CANTIDAD	TOTAL \$
100	PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO				
101-1	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	m ³	24.835	444	11.026.740
101-2	REMOCIÓN DE DUCTOS	m	15.912	384	6.110.208
101-5	REMOCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL	m	8.076	175	1.413.300
101-6	REMOCIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN LATERALES	m	9.497	175	1.661.975
101-8	REMOCIÓN DE SENALIZACIÓN VERTICAL LATERAL	Nº	11.584	18	208.512
101-11	REMOCIÓN DE CERCOS	m	3.903	4.611	17.996.733
101-12	REMOCIÓN DE PORTONES	Nº	25.011	96	2.401.056
101-13	REMOCIÓN DE CASSETAS DE PARADEROS PARA LOCOMOCIÓN	Nº	301.910	5	1.509.550

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	PU	CANTIDAD	TOTAL
			\$		\$
	COLECTIVA				
101-14	TRASLADO DE POSTACIONES	gl	325.000	310	100.750.000
101-15	DESARME Y/O DEMOLICIÓN DE PUENTES EXISTENTES	gl	30.000.000	2	60.000.000
101-16	REMOCIÓN DE CONSTRUCCIONES	m ²	26.457	2.797	74.000.229
102-1	DESPEJE Y LIMPIEZA DE LA FAJA	km	1.089.071	45,3	49.334.916
200	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
201-1	EXCAVACION DE ESCARPE	m ³	6.094	128.415	782.560.035
201-2	REMOCIÓN DE MATERIAL INADECUADO	m ³	6.415	12.841	82.375.015
201-3	EXCAVACION DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA	m ³	5.687	126.065	716.931.655
201-4	EXCAVACION DE CORTE EN ROCA	m ³	20.649	504.261	10.412.485.389
202-1	EXCAVACION EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA OBRAS DE DRENAJE	m ³	7.732	892	6.896.944
205-1	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m ³	7.406	685.853	5.079.426.133
206-1	RELLENO ESTRUCTURAL	m ³	22.920	2.896	66.376.320
207-3	ENROCADOS DE PROTECCION	m ³	28.957	22.046	638.386.022
209-1	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m ³	618	572.643	353.893.374
210-1	APERTURA, EXPLOTACIÓN Y ABANDONO DE EMPRESTITOS	gl	9.300.000	1	9.300.000
300	CAPAS GRANULARES				
302-1	BASE GRANULAR, CBR > 80%	m ³	27.355	99.802	2.730.071.674
307-1	PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	gl	9.300.000	1	9.300.000
400	REVESTIMIENTO Y PAVIMENTO				
401-1	IMPRIMACION	m ²	899	434.921	390.993.979
408-1	CONCRETO ASFALTICO DE RODADURA	m ³	218.100	34.181	7.454.860.833
500	ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS				
501-1	HORMIGÓN H-5	m ³	80.955	737	59.663.835
501-4	HORMIGÓN H-20	m ³	175.476	1.115	195.655.740
510-4	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE	m ²	128.504	25.653	3.296.513.112
600	DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA				
605-1	EMBUDOS PARA DESCARGAS DE AGUA	Nº	328.086	90	29.527.740
605-2	DESCARGAS DE AGUA EN TUBOS CORRUGADOS DE MEDIA CAÑA	m	137.744	900	123.969.600
607-1	SOLERAS TIPO "A"	m	18.799	9.222	173.364.378
609-1	CUNETAS DE HORMIGÓN	m	33.403	1.383	46.196.349
619-1a	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=0,8m	m	130.633	60	7.837.980
619-1b	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=1,0m	m	143.391	1.434	205.622.694
700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
701-1	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS	m	4.381	92.220	404.015.820
701-4	PORTONES DE DOS HOJAS	Nº	459.886	96	44.149.056
702-2a	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 1 (SOLO ELEMENTOS DE APOYO), SP ≤ 0,5 m ²	Nº	110.584	360	39.810.240
702-2b	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 2, SP ≤ 1,0M2	Nº	252.209	360	90.795.240
702-2c	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 3, 1,0 < SP ≤ 2,0 m ²	Nº	296.382	280	82.986.960
702-2d	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 4, 2,0 < SP ≤ 3,0 m ²	Nº	523.929	200	104.785.800
702-2e	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 5, 3,0 < SP ≤ 7,0 m ²	Nº	1.064.000	180	191.520.000
702-2f	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 6, 7,0 < SP ≤ 12,0 m ²	Nº	9.100.000	90	819.000.000
702-2g	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 7, 12,0 < SP ≤ 14,0 m ²	Nº	9.350.500	45	420.772.500
702-2h	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 8, 14,0 < SP ≤ 20,0 m ²	Nº	10.100.000	30	303.000.000
702-2k	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 11, 30,0 < SP ≤ 35,0 m ²	Nº	11.975.000	15	179.625.000
702-2l	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 12, 35,0 < SP ≤ 40,0 m ²	Nº	12.600.000	10	126.000.000
702-2m	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 13, 40,0 < SP ≤ 50,0 m ²	Nº	13.850.000	10	138.500.000
702-5	SEÑALIZACIÓN DE CANALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº	49.849	200	9.969.800
702-5a	DELINEADORES VERTICALES	Nº	58.602	300	17.580.600
702-5b	BALIZA ROL DE CAMINO Y KILOMETRO	Nº	76.800	92	7.065.600
702-5c	BALIZA KILOMETRO	Nº	56.840	20	1.136.800
704-1	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE CONTINUA	km	418.610	32	13.395.520
704-2	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE SEGMENTADA	km	313.293	20	6.265.860
704-4	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL SEGMENTADA	km	313.293	5	1.566.465
704-5	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL CONTINUA	km	418.610	91	38.093.510
704-6	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEAS, ACHURADOS, SIMBOLOS Y LEYENDAS	m ²	9.504	2.000	19.008.000
705-1	TACHAS REFLECTANTES	Nº	4.686	20.000	93.720.000
706-1	CASSETAS PARA PARADEROS DE LA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	2.190.000	10	21.900.000
717-1	BARRERA MIXTA METAL MADERA	m	79.447	23.055	1.831.650.585

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	PU	CANTIDAD	TOTAL
			\$		\$
800	OBRAS VARIAS				
800-1a	PUENTE SALVA TU VIDA	Nº	795.516.349	1	795.516.349
800-1b	PUENTE EL SUIZO	Nº	1.090.157.326	1	1.090.157.326
800-1c	PUENTE PLATA	Nº	1.097.578.103	1	1.097.578.103
800-1D	PUENTE LIUCURA	Nº	5.693.936.169	1	5.693.936.169
800-3	ACCESO	Nº	8.874.000	96	851.904.000
800-4	INTERSECCIONES	Nº	17.748.000	7	124.236.000
800-5	MIRADORES	Nº	50.000.000	2	100.000.000
800-6	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	Nº	2.073.408.480	1	2.073.408.480
SUBTOTAL PRESUPUESTO					50.031.671.803
SUBTOTAL TOTAL					50.031.671.803
IVA (19%)					9.506.017.643
TOTAL PRESUPUESTO					59.537.689.446
EXPROPIACIONES					4.691.023.480
TOTAL					64.228.712.926

Fuente: Elaboración Propia

8 ETAPA 5: "EVALUACIÓN ECONÓMICA"

En esta etapa se estimó el incremento neto de beneficios del conjunto de mejoramientos de las alternativas propuestas y se recomendó la alternativa o combinación de alternativas que presentaron el máximo beneficio social. Lo anterior apoya la tarea de entregar el Plan de Proyecto de la alternativa recomendada.

Además los resultados obtenidos se volverán a evaluar utilizando la metodología Multicriterio, en la cual se incorporarán indicadores económicos, culturales, sociales, ambientales y territoriales.

En los siguientes acápite, se describe la modelación de transporte realizada para la situación base y la alternativa seleccionada, la estimación de costos y ahorros generados por dicha alternativa de proyecto, finalmente los valores alcanzados por los indicadores económicos que miden la calidad social del proyecto, y la sensibilidad de dichos indicadores, ante variaciones de ítems de costo – beneficio relevantes.

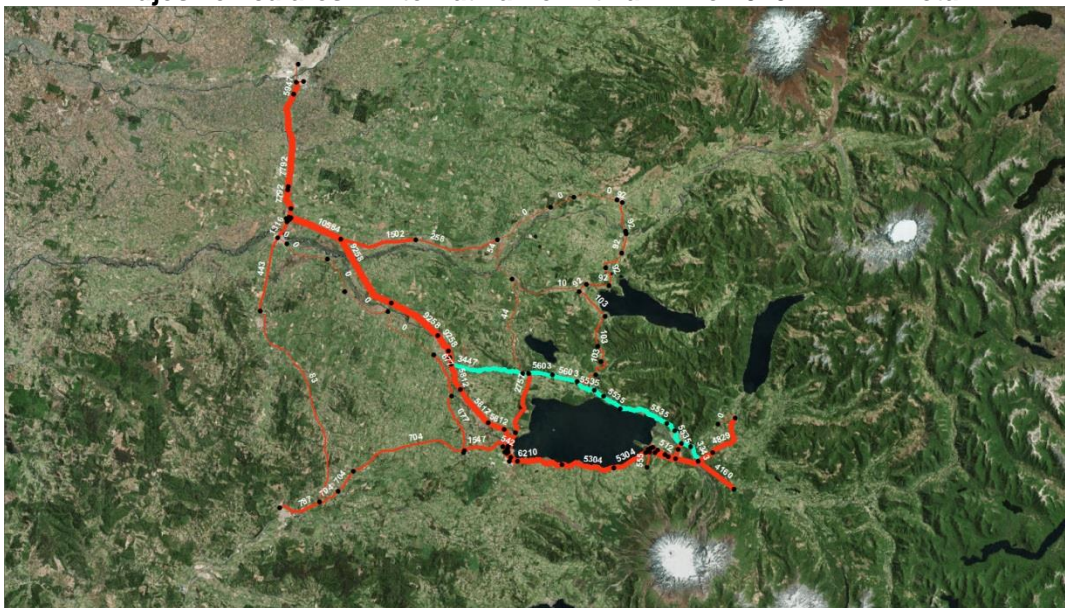
8.1 TASAS DE CRECIMIENTO DE FLUJO VEHICULAR

Una vez definida la red base y alternativa definitiva de proyecto, se realizaron las simulaciones respectivas con el modelo de transporte implementado en EMME/3. El modelo fue aplicado de acuerdo a los siguientes casos:

- 2 Escenarios: 1 escenario Base y 1 Proyecto Definitivo
- Cortes Temporales: 2020 y 2030
- Tipos de Vehículos: Vehículos Livianos y Vehículos de Carga
- 6 Períodos: 4 en Temporada Alta y 2 en Temporada Normal.

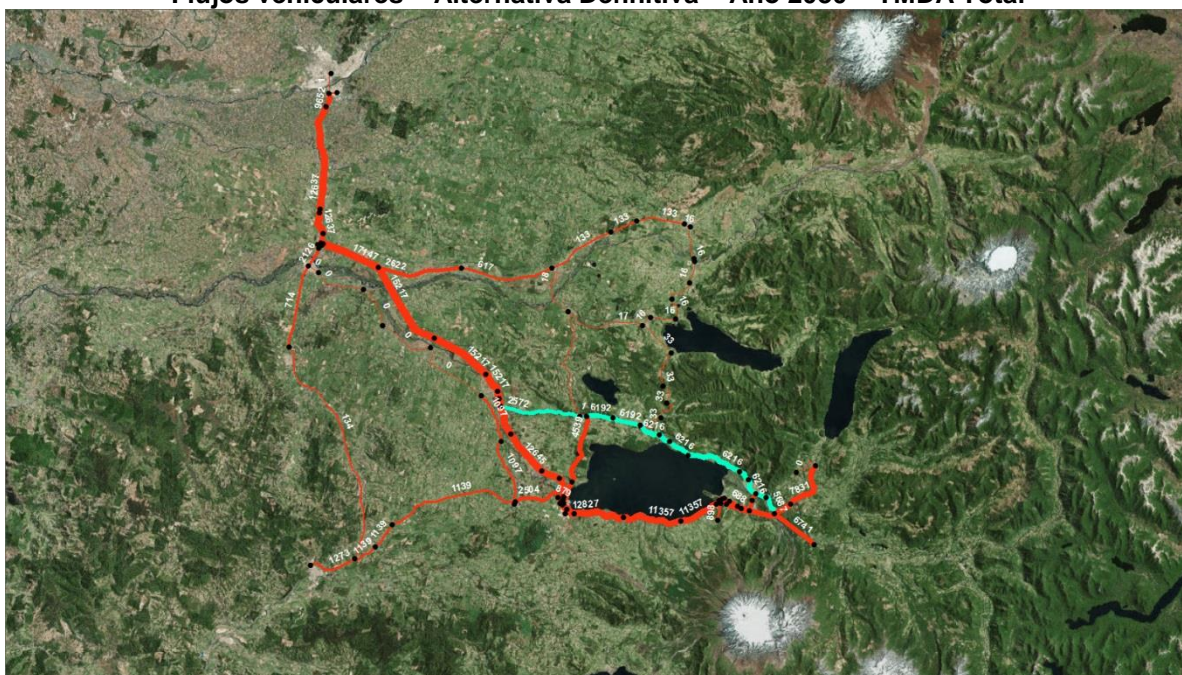
A continuación, se presentan figuras con los flujos vehiculares obtenidos en el proceso de asignación de EMME/3 y sus respectivos TMDA en el proyecto definitivo, para los cortes temporales 2020 y 2030.

Figura N° 78
Flujos vehiculares – Alternativa Definitiva – Año 2020 – TMDA Total



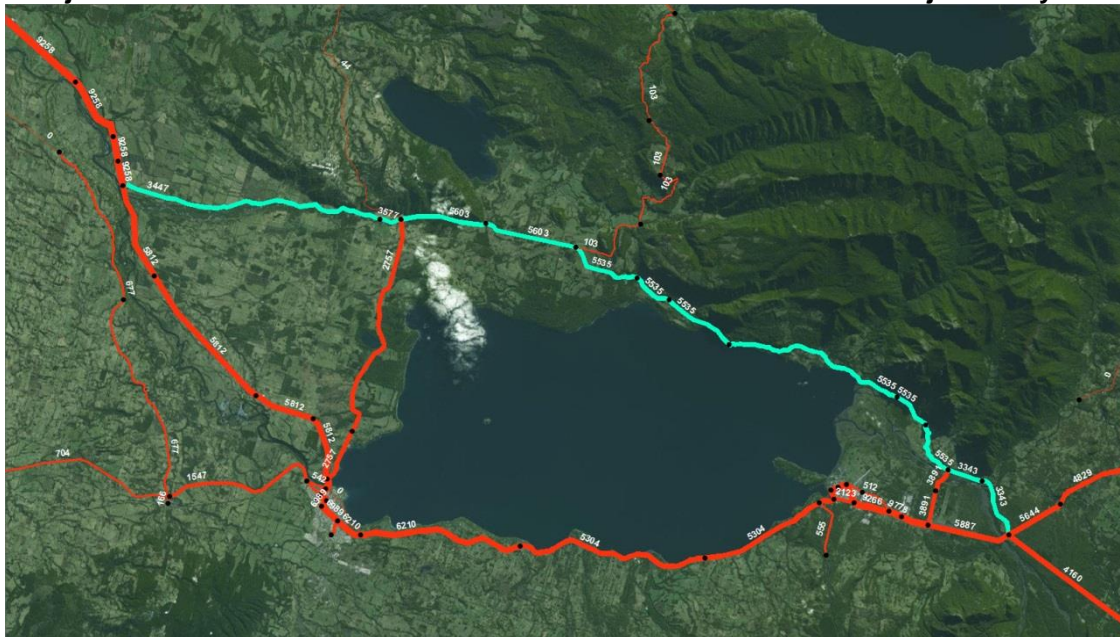
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 79
Flujos vehiculares – Alternativa Definitiva – Año 2030 – TMDA Total



Fuente: Elaboración Propia

Figura Nº 80
Flujos vehiculares – Alternativa Definitiva – Año 2020 – TMDA Total – Eje de Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Figura Nº 81
Flujos vehiculares – Alternativa Definitiva – Año 2030 – TMDA Total – Eje de Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

8.2 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS

El cálculo de consumos que se deriva de la aplicación del modelo de transporte, se realizó para los ítems de tiempo de viaje y de recursos operacionales. Estos valores fueron obtenidos tanto para la situación base como para cada escenario de proyecto.

Una vez obtenidos los ahorros tanto de tiempo como operacionales, se procedió a calcular los beneficios intermedios entre los cortes modelados (2020 y 2030), donde el procedimiento aplicado, corresponde a la interpolación lineal.

Tabla N° 66
Ahorros y Beneficios Alternativa Definitiva (MM\$ Diciembre 2015)

Alternativa	Año	Tiempo				Operacional				Total Anual
		VL	CAM	B	Total	VL	CAM	B	Total	
Definitiva	2020	5.346	286	638	6.271	-1.277	61	0	-1.215	5.055
	2021	5.528	296	666	6.490	-1.316	63	0	-1.253	5.237
	2022	5.716	307	695	6.718	-1.357	65	0	-1.292	5.425
	2023	5.910	318	726	6.953	-1.400	67	0	-1.333	5.621
	2024	6.111	329	757	7.197	-1.443	69	0	-1.374	5.823
	2025	6.319	340	791	7.450	-1.488	71	0	-1.417	6.032
	2026	6.533	352	825	7.711	-1.535	73	0	-1.461	6.249
	2027	6.755	365	861	7.981	-1.582	75	0	-1.507	6.474
	2028	6.985	378	899	8.262	-1.632	77	0	-1.554	6.707
	2029	7.222	391	939	8.552	-1.682	80	0	-1.603	6.949
	2030	7.468	405	980	8.852	-1.735	82	0	-1.653	7.199
	2031	7.721	419	1.023	9.163	-1.789	85	0	-1.704	7.459
	2032	7.984	434	1.068	9.485	-1.845	87	0	-1.758	7.727
	2033	8.255	449	1.115	9.818	-1.902	90	0	-1.812	8.006
	2034	8.535	465	1.164	10.163	-1.961	92	0	-1.869	8.295
	2035	8.825	481	1.215	10.521	-2.022	95	0	-1.927	8.594
	2036	9.125	498	1.268	10.891	-2.085	98	0	-1.987	8.903
	2037	9.435	515	1.323	11.274	-2.150	101	0	-2.050	9.225
	2038	9.756	534	1.382	11.671	-2.217	104	0	-2.114	9.557
2039	10.087	552	1.442	12.082	-2.286	107	0	-2.179	9.902	
2040	10.430	572	1.505	12.507	-2.358	110	0	-2.248	10.260	

Fuente: Elaboración propia

8.3 VALORIZACIÓN SOCIAL DE LA INVERSIÓN

El procedimiento utilizado para determinar los costos sociales de la inversión es el tradicionalmente empleado en la evaluación social de proyectos viales, esto es, desglosar cada una de las partidas del presupuesto de inversión a precios de mercado en las componentes de Mano de Obra (Calificada, Semicalificada y No Calificada), Moneda Nacional, Moneda Extranjera e Impuestos o Transferencias.

Cada fila de la tabla presenta un ítem con el desglose de los costos asociados a este.

$$Factor\ Final_j = \sum_i Costos_{ji} \cdot Factor_i$$

Dónde:

Factor Final : Es el factor de corrección del Ítem j
 Costos_{ij} : Es el desglose del costo del ítem j.
 Factor: Es el factor de corrección del costo i

Se debe cumplir adicionalmente que la suma del desglose de los costos de un ítem debe sumar 1.

$$\sum_j Costos_{ji} = 1 \forall i \in \text{Ítem.}$$

En el caso que no se tenga el factor de corrección asociado a algún ítem, se le asignó un factor social de 0,8 a la partida, de acuerdo a lo indicado por el Ministerio de Desarrollo Social.

Para el caso de valor residual, se consideran las expropiaciones en su totalidad y obras de puentes y estructuras, un 90% de su valorización social.

A continuación se presentan los factores de corrección social por ítem y la valorización privada y social, por partida, para cada variante de tipo de carpeta.

Tabla N° 67
Factores de corrección Social por Ítem / Carpeta DTS y Asfalto

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	Mat. No Transable	MOC	MOSC	MONC	Mat. Transable	Impuesto	Factor Social
100	PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO								
101-1	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	m3	0.077	0.04	0.003	0.155	0.568	0.158	0.78234
101-2	REMOCIÓN DE DUCTOS	m	0.06	0.154	0.004	0.409	0.287	0.086	0.75422
101-4	REMOCIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS	m2	0.124	0.018	0.01	0.13	0.552	0.167	0.78104
101-5	REMOCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL	m	0.06	0.154	0.004	0.409	0.287	0.086	0.75422
101-6	REMOCIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN LATERALES	m	-	-	-	-	-	-	0.8
101-8	REMOCIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL LATERAL	Nº	0.016	0.341	0.001	0.495	0.116	0.032	0.77376
101-10	REMOCIÓN DE ACERAS	m2	0.098	0.347	0.01	0.198	0.258	0.089	0.82562
101-11	REMOCIÓN DE CERCOS	m	0.003	0.289	0	0.682	0.02	0.006	0.72906
101-12	REMOCIÓN DE PORTONES	Nº	0.001	0.404	0	0.59	0.004	0.001	0.76672
101-13	REMOCIÓN DE CASSETAS DE PARADEROS PARA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	0.067	0.069	0.002	0.231	0.494	0.137	0.7732
101-14	TRASLADO DE POSTACIONES	gl	-	-	-	-	-	-	0.8
101-15	DESARME Y/O DEMOLICIÓN DE PUENTES EXISTENTES	gl	-	-	-	-	-	-	0.8
101-16	REMOCIÓN DE CONSTRUCCIONES	m2	-	-	-	-	-	-	0.8
102-1	DESPEJE Y LIMPIEZA DE LA FAJA	km	0.048	0.12	0.002	0.376	0.356	0.099	0.75608
106-1	INSTALACIÓN DE FAENA Y CAMPAMENTOS	gl	-	-	-	-	-	-	0.8
200	MOVIMIENTOS DE TIERRA								
201-1	EXCAVACIÓN DE ESCARPE	m3	0.085	0.011	0.003	0.098	0.628	0.175	0.78658
201-2	REMOCIÓN DE MATERIAL INADECUADO	m3	0.066	0.076	0.002	0.23	0.489	0.136	0.77344
201-3	EXCAVACION DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA	m3	0.085	0.011	0.003	0.096	0.63	0.175	0.78734
201-4	EXCAVACION DE CORTE EN ROCA	m3	0.18	0.013	0.017	0.043	0.564	0.184	0.79496
202-1	EXCAVACION EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA OBRAS DE DRENAJE	m3	0.061	0.097	0.002	0.258	0.455	0.126	0.77238
205-1	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m3	0.085	0.011	0.003	0.098	0.629	0.175	0.78758
206-1	RELLENO ESTRUCTURAL	m3	0.216	0.073	0.027	0.25	0.303	0.131	0.7639
207-3	ENROCADOS DE PROTECCION	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
209-1	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m3	0.032	0.031	0.001	0.629	0.24	0.067	0.69304
210-1	APERTURA, EXPLOTACIÓN Y ABANDONO DE EMPRESTITOS	gl	-	-	-	-	-	-	0.8

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	Mat. No Transable	MOC	MOSC	MONC	Mat. Transable	Impuesto	Factor Social
300	CAPAS GRANULARES								
301-1	SUBBASE GRANULAR, CBR > 40%	m3	0.278	0.085	0.035	0.091	0.352	0.159	0.79352
302-1	BASE GRANULAR, CBR > 80%	m3	0.269	0.08	0.034	0.087	0.37	0.161	0.79446
302-2	BASE GRANULAR, CBR > 100%	m3	0.263	0.077	0.033	0.084	0.382	0.163	0.79498
307-1	PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	gl	-	-	-	-	-	-	0.8
400	REVESTIMIENTO Y PAVIMENTO								
401-1	IMPRIMACION	m2	0.198	0.025	0.016	0.176	0.432	0.153	0.7745
402-1	RIEGO DE LIGA	m2	0.094	0.053	0.007	0.501	0.259	0.086	0.72032
407-2	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE	m2	0.167	0.018	0.014	0.113	0.519	0.169	0.78322
408-1	CONCRETO ASFALTICO DE RODADURA	m3	0.246	0.055	0.125	0.113	0.329	0.132	0.78396
408-2	CONCRETO ASFALTICO CAPA INTERMEDIA	m3	0.295	0.056	0.03	0.065	0.395	0.158	0.80558
408-3	BASE ASFALTICA EN CALIENTE DE GRADUACION GRUESA	m3	0.243	0.058	0.172	0.057	0.34	0.131	0.79214
417-1	ACERAS DE HORMIGÓN	m2	0.217	0.313	0.031	0.292	0.072	0.075	0.79786
418-1	ACERAS DE ASFALTO	m2	-	-	-	-	-	-	0.8
500	ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS								
501-1	HORMIGÓN H-5	m3	0.33	0.086	0.24	0.123	0.108	0.114	0.76174
501-2	HORMIGÓN H-10	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
501-3	HORMIGÓN H-15	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
501-4	HORMIGÓN H-20	m3	0.293	0.045	0.318	0.138	0.103	0.103	0.7419
501-5	HORMIGÓN H-25	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
501-6	HORMIGÓN H-30	m3	0.305	0.045	0.299	0.136	0.107	0.108	0.74374
501-7	HORMIGÓN H-35	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
501-8	HORMIGÓN H-40	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
501-9	HORMIGÓN H-45	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
501-10	HORMIGÓN H-50	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
503-1	ACERO PARA ARMADURAS A44-28H	kg	0.336	0.03	0.045	0.37	0.104	0.114	0.7294
504-1	MOLDAJES	m2	0.164	0.015	0.54	0.17	0.054	0.057	0.7053
508-1	REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m2	0.076	0.221	0.011	0.638	0.027	0.027	0.72262
508-2	MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m3	-	-	-	-	-	-	0.8
510-4	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE	m2	-	-	-	-	-	-	0.8
600	DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA								
605-1	EMBUDOS PARA DESCARGAS DE AGUA	Nº	0.255	0.061	0.274	0.204	0.111	0.095	0.73858
605-2	DESCARGAS DE AGUA EN TUBOS CORRUGADOS DE MEDIA CAÑA	m	-	-	-	-	-	-	0.8
605-4	DESCARGAS DE AGUA EN CANALETAS DE HORMIGÓN	m	-	-	-	-	-	-	0.8
607-1	SOLERAS TIPO "A"	m	0.292	0.079	0.079	0.318	0.124	0.108	0.7443
609-1	CUNETAS DE HORMIGÓN	m	0.248	0.096	0.221	0.248	0.097	0.09	0.74312
613-2	CONSTRUCCIÓN DE CANALES, FOSOS Y CONTRAFOSOS A REVESTIR CON HORMIGÓN	m	0.06	0.176	0.005	0.416	0.263	0.08	0.7568
614-1	REVESTIMIENTO DE CANALES, FOSOS Y CONTRAFOSOS	m3	0.345	0.138	0.049	0.236	0.113	0.12	0.77288
619-1a	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=0,8m	m	-	-	-	-	-	-	0.8
619-1b	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=1,0m	m	-	-	-	-	-	-	0.8
700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD								
701-1	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS	m	0.169	0.343	0.024	0.333	0.069	0.062	0.79692
701-2	CERCO ESPECIAL	m	-	-	-	-	-	-	0.8
701-3	PORTONES DE UNA HOJA	Nº	0.288	0.218	0.04	0.26	0.094	0.099	0.78404
701-4	PORTONES DE DOS HOJAS	Nº	0.257	0.326	0.036	0.211	0.083	0.088	0.81478
702-2a	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 1 (SOLO ELEMENTOS DE APOYO), SP ≤ 0,5 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2b	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 2, SP ≤ 1,0m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2c	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 3, 1,0 < SP ≤ 2,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2d	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 4, 2,0 < SP ≤ 3,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2e	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 5, 3,0 < SP ≤ 7,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2f	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	Mat. No Transable	MOC	MOSC	MONC	Mat. Transable	Impuesto	Factor Social
	6, 7,0 < SP ≤ 12,0 m2								
702-2g	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 7, 12,0 < SP ≤ 14,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2h	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 8, 14,0 < SP ≤ 20,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2k	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 11, 30,0 < SP ≤ 35,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2l	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 12, 35,0 < SP ≤ 40,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-2m	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 13, 40,0 < SP ≤ 50,0 m2	Nº	0.312	0.123	0.049	0.108	0.261	0.147	0.79382
702-5	SEÑALIZACIÓN DE CANALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
702-5a	DELINEADORES VERTICALES	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
702-5b	BALIZA ROL DE CAMINO Y KILOMETRO	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
702-5c	BALIZA KILOMETRO	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
704-1	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE CONTINUA	km	0.237	0.115	0.03	0.188	0.294	0.135	0.78066
704-2	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE SEGMENTADA	km	0.191	0.143	0.023	0.224	0.296	0.123	0.78166
704-4	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL SEGMENTADA	km	0.191	0.143	0.023	0.224	0.296	0.123	0.78166
704-5	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL CONTINUA	km	0.237	0.115	0.03	0.188	0.294	0.135	0.78066
704-6	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEAS, ACHURADOS, SIMBOLOS Y LEYENDAS	m2	0.3	0.154	0.04	0.135	0.234	0.137	0.79582
705-1	TACHAS REFLECTANTES	Nº	0.229	0.407	0.031	0.051	0.178	0.104	0.85856
706-1	CASETAS PARA PARADEROS DE LA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	0.262	0.099	0.11	0.162	0.24	0.127	0.77426
717-1	BARRERA MIXTA METAL MADERA	m	-	-	-	-	-	-	0.8
800	OBRAS VARIAS								
800-1a	PUENTE SALVA TU VIDA	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
800-1b	PUENTE EL SUIZO	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
800-1c	PUENTE PLATA	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
800-1D	PUENTE LIUCURA	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
800-3	ACCESO	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
800-4	INTERSECCIONES	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
800-5	MIRADORES	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8
800-6	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	Nº	-	-	-	-	-	-	0.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 68
Cálculo valor social de la inversión, Carpeta DTS (\$)

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	TOTAL SIN IVA	TOTAL C/IVA	TOTAL SOCIAL
100	PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO				
101-1	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	m3	11.026.740	13.121.821	10.265.725
101-2	REMOCIÓN DE DUCTOS	m	6.110.208	7.271.148	5.484.045
101-4	REMOCIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS	m2		0	0
101-5	REMOCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL	m	1.413.300	1.681.827	1.268.468
101-6	REMOCIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN LATERALES	m	1.661.975	1.977.750	1.582.200
101-8	REMOCIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL LATERAL	Nº	208.512	248.129	191.993
101-10	REMOCIÓN DE ACERAS	m2		0	0
101-11	REMOCIÓN DE CERCOS	m	17.996.733	21.416.112	15.613.631
101-12	REMOCIÓN DE PORTONES	Nº	2.401.056	2.857.257	2.190.716
101-13	REMOCIÓN DE CASETAS DE PARADEROS PARA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	1.509.550	1.796.365	1.388.949
101-14	TRASLADO DE POSTACIONES	gl	100.750.000	119.892.500	95.914.000
101-15	DESARME Y/O DEMOLICIÓN DE PUENTES EXISTENTES	gl	60.000.000	71.400.000	57.120.000
101-16	REMOCIÓN DE CONSTRUCCIONES	m2	74.000.229	88.060.273	70.448.218
102-1	DESPEJE Y LIMPIEZA DE LA FAJA	km	49.334.916	58.708.550	44.388.361
106-1	INSTALACIÓN DE FAENA Y CAMPAMENTOS	gl		0	0
200	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
201-1	EXCAVACION DE ESCARPE	m3	719.808.533	856.572.154	673.762.525
201-2	REMOCIÓN DE MATERIAL INADECUADO	m3	75.772.428	90.169.189	69.740.457
201-3	EXCAVACION DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA	m3	806.820.377	960.116.249	755.937.927

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	TOTAL SIN IVA	TOTAL C/IVA	TOTAL SOCIAL
201-4	EXCAVACION DE CORTE EN ROCA	m3	11.717.915.169	13.944.319.051	11.085.175.873
202-1	EXCAVACION EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA OBRAS DE DRENAJE	m3	6.896.944	8.207.363	6.339.203
205-1	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m3	4.668.718.997	5.555.775.606	4.375.617.752
206-1	RELLENO ESTRUCTURAL	m3	66.376.320	78.987.821	60.338.796
207-3	ENROCADOS DE PROTECCION	m3	638.386.022	759.679.366	607.743.493
209-1	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m3	366.771.258	436.457.797	302.482.712
210-1	APERTURA, EXPLOTACIÓN Y ABANDONO DE EMPRESTITOS	gl	9.300.000	11.067.000	8.853.600
300	CAPAS GRANULARES				
301-1	SUBBASE GRANULAR, CBR > 40%	m3	2.749.251.597	3.271.609.401	2.596.087.492
302-1	BASE GRANULAR, CBR > 80%	m3	2.985.642.874	3.552.915.020	2.822.648.866
302-2	BASE GRANULAR, CBR > 100%	m3		0	0
307-1	PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	gl	9.300.000	11.067.000	8.853.600
400	REVESTIMIENTO Y PAVIMENTO				
401-1	IMPRIMACION	m2		0	0
402-1	RIEGO DE LIGA	m2		0	0
407-2	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE	m2	3.660.318.816	4.355.779.391	3.411.533.535
408-1	CONCRETO ASFALTICO DE RODADURA	m3		0	0
408-2	CONCRETO ASFALTICO CAPA INTERMEDIA	m3		0	0
408-3	BASE ASFALTICA EN CALIENTE DE GRADUACION GRUESA	m3		0	0
417-1	ACERAS DE HORMIGÓN	m2		0	0
418-1	ACERAS DE ASFALTO	m2		0	0
500	ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS				
501-1	HORMIGÓN H-5	m3	59.663.835	70.999.964	54.083.512
501-2	HORMIGÓN H-10	m3		0	0
501-3	HORMIGÓN H-15	m3		0	0
501-4	HORMIGÓN H-20	m3	195.655.740	232.830.331	172.736.822
501-5	HORMIGÓN H-25	m3		0	0
501-6	HORMIGÓN H-30	m3		0	0
501-7	HORMIGÓN H-35	m3		0	0
501-8	HORMIGÓN H-40	m3		0	0
501-9	HORMIGÓN H-45	m3		0	0
501-10	HORMIGÓN H-50	m3		0	0
503-1	ACERO PARA ARMADURAS A44-28H	kg		0	0
504-1	MOLDAJES	m2		0	0
508-1	REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m2		0	0
508-2	MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m3		0	0
510-4	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE	m2	3.296.513.112	3.922.850.603	3.138.280.483
600	DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA				
605-1	EMBUDOS PARA DESCARGAS DE AGUA	Nº	29.527.740	35.138.011	25.952.232
605-2	DESCARGAS DE AGUA EN TUBOS CORRUGADOS DE MEDIA CAÑA	m	123.969.600	147.523.824	118.019.059
605-4	DESCARGAS DE AGUA EN CANALETAS DE HORMIGÓN	m		0	0
607-1	SOLERAS TIPO "A"	m	173.364.378	206.303.610	153.551.777
609-1	CUNETAS DE HORMIGÓN	m	46.196.349	54.973.655	40.852.023
613-2	CONSTRUCCIÓN DE CANALES, FOSOS Y CONTRAFOSOS A REVESTIR CON HORMIGÓN	m		0	0
614-1	REVESTIMIENTO DE CANALES, FOSOS Y CONTRAFOSOS	m3		0	0
619-1a	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=0,8m	m	7.837.980	9.327.196	7.461.757
619-1b	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=1,0m	m	205.622.694	244.691.006	195.752.805
700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
701-1	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS	m	404.015.820	480.778.826	383.142.262
701-2	CERCO ESPECIAL	m		0	0
701-3	PORTONES DE UNA HOJA	Nº		0	0
701-4	PORTONES DE DOS HOJAS	Nº	44.149.056	52.537.377	42.806.404
702-2a	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 1 (SOLO ELEMENTOS DE APOYO), SP ≤ 0,5 m2	Nº	39.810.240	47.374.186	37.606.576
702-2b	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 2, SP ≤ 1,0M2	Nº	90.795.240	108.046.336	85.769.342
702-2c	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 3, 1,0 <	Nº	82.986.960	98.754.482	78.393.283

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	TOTAL SIN IVA	TOTAL C/IVA	TOTAL SOCIAL
	SP ≤ 2,0 m2				
702-2d	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 4, 2,0 < SP ≤ 3,0 m2	Nº	104.785.800	124.695.102	98.985.466
702-2e	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 5, 3,0 < SP ≤ 7,0 m2	Nº	191.520.000	227.908.800	180.918.564
702-2f	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 6, 7,0 < SP ≤ 12,0 m2	Nº	819.000.000	974.610.000	773.664.910
702-2g	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 7, 12,0 < SP ≤ 14,0 m2	Nº	420.772.500	500.719.275	397.480.975
702-2h	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 8, 14,0 < SP ≤ 20,0 m2	Nº	303.000.000	360.570.000	286.227.677
702-2k	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 11, 30,0 < SP ≤ 35,0 m2	Nº	179.625.000	213.753.750	169.682.002
702-2l	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 12, 35,0 < SP ≤ 40,0 m2	Nº	126.000.000	149.940.000	119.025.371
702-2m	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 13, 40,0 < SP ≤ 50,0 m2	Nº	138.500.000	164.815.000	130.833.443
702-5	SEÑALIZACIÓN DE CANALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº	9.969.800	11.864.062	9.491.250
702-5a	DELINEADORES VERTICALES	Nº	17.580.600	20.920.914	16.736.731
702-5b	BALIZA ROL DE CAMINO Y KILOMETRO	Nº	7.065.600	8.408.064	6.726.451
702-5c	BALIZA KILOMETRO	Nº	1.136.800	1.352.792	1.082.234
704-1	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE CONTINUA	km	13.395.520	15.940.669	12.444.243
704-2	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE SEGMENTADA	km	6.265.860	7.456.373	5.828.349
704-4	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL SEGMENTADA	km	1.566.465	1.864.093	1.457.087
704-5	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL CONTINUA	km	38.093.510	45.331.277	35.388.315
704-6	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEAS, ACHURADOS, SIMBOLOS Y LEYENDAS	m2	19.008.000	22.619.520	18.001.066
705-1	TACHAS REFLECTANTES	Nº	93.720.000	111.526.800	95.752.449
706-1	CASSETAS PARA PARADEROS DE LA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	21.900.000	26.061.000	20.177.990
717-1	BARRERA MIXTA METAL MADERA	m	1.831.650.585	2.179.664.196	1.743.731.357
800	OBRAS VARIAS				
800-1a	PUENTE SALVA TU VIDA	Nº	795.516.349	946.664.456	757.331.564
800-1b	PUENTE EL SUIZO	Nº	1.090.157.326	1.297.287.218	1.037.829.774
800-1c	PUENTE PLATA	Nº	1.097.578.103	1.306.117.943	1.044.894.354
800-1D	PUENTE LIUCURA	Nº	5.693.936.169	6.775.784.041	5.420.627.233
800-3	ACCESO	Nº	851.904.000	1.013.765.760	811.012.608
800-4	INTERSECCIONES	Nº	124.236.000	147.840.840	118.272.672
800-5	MIRADORES	Nº	100.000.000	119.000.000	95.200.000
800-6	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	Nº	2.073.408.480	2.467.356.091	1.973.884.873
	SUBTOTAL PRESUPUESTO		49.779.093.764		
	SUBTOTAL TOTAL		49.779.093.764		
	IVA (19%)		9.458.027.815		
	TOTAL PRESUPUESTO		59.237.121.580	59.237.121.580	47.008.069.480
	EXPROPIACIONES		4.691.023.480	4.691.023.480	4.691.023.480
	TOTAL		63.928.145.060	63.928.145.060	51.699.092.960

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 69
Cálculo valor social de la inversión, Carpeta Asfalto (\$)

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	TOTAL SIN IVA	TOTAL C/IVA	TOTAL SOCIAL
100	PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO				
101-1	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	m ³	11.026.740	13.121.821	10.265.725
101-2	REMOCIÓN DE DUCTOS	m	6.110.208	7.271.148	5.484.045
101-4	REMOCIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS	m ²			
101-5	REMOCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL	m	1.413.300	1.681.827	1.268.468
101-6	REMOCIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN LATERALES	m	1.661.975	1.977.750	1.582.200
101-8	REMOCIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL LATERAL	Nº	208.512	248.129	191.993
101-10	REMOCIÓN DE ACERAS	m ²			
101-11	REMOCIÓN DE CERCOS	m	17.996.733	21.416.112	15.613.631
101-12	REMOCIÓN DE PORTONES	Nº	2.401.056	2.857.257	2.190.716
101-13	REMOCIÓN DE CASSETAS DE PARADEROS PARA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	1.509.550	1.796.365	1.388.949

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	TOTAL SIN IVA	TOTAL C/IVA	TOTAL SOCIAL
101-14	TRASLADO DE POSTACIONES	gl	100.750.000	119.892.500	95.914.000
101-15	DESARME Y/O DEMOLICIÓN DE PUENTES EXISTENTES	gl	60.000.000	71.400.000	57.120.000
101-16	REMOCIÓN DE CONSTRUCCIONES	m ²	74.000.229	88.060.273	70.448.218
102-1	DESPEJE Y LIMPIEZA DE LA FAJA	km	49.334.916	58.708.550	44.388.361
106-1	INSTALACIÓN DE FAENA Y CAMPAMENTOS	gl		0	0
200	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
201-1	EXCAVACION DE ESCARPE	m ³	782.560.035	931.246.442	732.499.826
201-2	REMOCIÓN DE MATERIAL INADECUADO	m ³	82.375.015	98.026.268	75.817.437
201-3	EXCAVACION DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA	m ³	716.931.655	853.148.669	671.718.073
201-4	EXCAVACION DE CORTE EN ROCA	m ³	10.412.485.389	12.390.857.613	9.850.236.168
202-1	EXCAVACION EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA OBRAS DE DRENAJE	m ³	6.896.944	8.207.363	6.339.203
205-1	FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m ³	5.079.426.133	6.044.517.098	4.760.540.776
206-1	RELLENO ESTRUCTURAL	m ³	66.376.320	78.987.821	60.338.796
207-3	ENROCADOS DE PROTECCION	m ³	638.386.022	759.679.366	607.743.493
209-1	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m ³	353.893.374	421.133.115	291.862.094
210-1	APERTURA, EXPLOTACIÓN Y ABANDONO DE EMPRESTITOS	gl	9.300.000	11.067.000	8.853.600
300	CAPAS GRANULARES				
301-1	SUBBASE GRANULAR, CBR > 40%	m ³		0	0
302-1	BASE GRANULAR, CBR > 80%	m ³	2.730.071.674	3.248.785.292	2.581.029.963
302-2	BASE GRANULAR, CBR > 100%	m ³			0
307-1	PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	gl	9.300.000	11.067.000	8.853.600
400	REVESTIMIENTO Y PAVIMENTO				
401-1	IMPRIMACION	m ²	390.993.979	465.282.835	360.361.556
402-1	RIEGO DE LIGA	m ²		0	0
407-2	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE	m ²		0	0
408-1	CONCRETO ASFALTICO DE RODADURA	m ³	7.454.860.833	8.871.284.391	6.954.732.111
408-2	CONCRETO ASFALTICO CAPA INTERMEDIA	m ³		0	0
408-3	BASE ASFALTICA EN CALIENTE DE GRADUACION GRUESA	m ³		0	0
417-1	ACERAS DE HORMIGÓN	m ²		0	0
418-1	ACERAS DE ASFALTO	m ²		0	0
500	ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS				
501-1	HORMIGÓN H-5	m ³	59.663.835	70.999.964	54.083.512
501-2	HORMIGÓN H-10	m ³		0	0
501-3	HORMIGÓN H-15	m ³		0	0
501-4	HORMIGÓN H-20	m ³	195.655.740	232.830.331	172.736.822
501-5	HORMIGÓN H-25	m ³		0	0
501-6	HORMIGÓN H-30	m ³		0	0
501-7	HORMIGÓN H-35	m ³		0	0
501-8	HORMIGÓN H-40	m ³		0	0
501-9	HORMIGÓN H-45	m ³		0	0
501-10	HORMIGÓN H-50	m ³		0	0
503-1	ACERO PARA ARMADURAS A44-28H	kg		0	0
504-1	MOLDAJES	m ²		0	0
508-1	REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m ²		0	0
508-2	MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m ³		0	0
510-4	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE	m ²	3.296.513.112	3.922.850.603	3.138.280.483
600	DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA				
605-1	EMBUDOS PARA DESCARGAS DE AGUA	Nº	29.527.740	35.138.011	25.952.232
605-2	DESCARGAS DE AGUA EN TUBOS CORRUGADOS DE MEDIA CAÑA	m	123.969.600	147.523.824	118.019.059
605-4	DESCARGAS DE AGUA EN CANALETAS DE HORMIGÓN	m		0	0
607-1	SOLERAS TIPO "A"	m	173.364.378	206.303.610	153.551.777
609-1	CUNETAS DE HORMIGÓN	m	46.196.349	54.973.655	40.852.023
613-2	CONSTRUCCIÓN DE CANALES, FOSOS Y CONTRAFOSOS A REVESTIR CON HORMIGÓN	m		0	0

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	TOTAL SIN IVA	TOTAL C/IVA	TOTAL SOCIAL
614-1	REVESTIMIENTO DE CANALES, FOSOS Y CONTRAFOSOS	m3		0	0
619-1a	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=0,8m	m	7.837.980	9.327.196	7.461.757
619-1b	TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ESTRUCTURADOS, D=1,0m	m	205.622.694	244.691.006	195.752.805
700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
701-1	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS	m	404.015.820	480.778.826	383.142.262
701-2	CERCO ESPECIAL	m		0	0
701-3	PORTONES DE UNA HOJA	Nº		0	0
701-4	PORTONES DE DOS HOJAS	Nº	44.149.056	52.537.377	42.806.404
702-2a	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 1 (SOLO ELEMENTOS DE APOYO), SP ≤ 0,5 m2	Nº	39.810.240	47.374.186	37.606.576
702-2b	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 2, SP ≤ 1,0M2	Nº	90.795.240	108.046.336	85.769.342
702-2c	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 3, 1,0 < SP ≤ 2,0 m2	Nº	82.986.960	98.754.482	78.393.283
702-2d	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 4, 2,0 < SP ≤ 3,0 m2	Nº	104.785.800	124.695.102	98.985.466
702-2e	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 5, 3,0 < SP ≤ 7,0 m2	Nº	191.520.000	227.908.800	180.918.564
702-2f	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 6, 7,0 < SP ≤ 12,0 m2	Nº	819.000.000	974.610.000	773.664.910
702-2g	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 7, 12,0 < SP ≤ 14,0 m2	Nº	420.772.500	500.719.275	397.480.975
702-2h	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 8, 14,0 < SP ≤ 20,0 m2	Nº	303.000.000	360.570.000	286.227.677
702-2k	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 11, 30,0 < SP ≤ 35,0 m2	Nº	179.625.000	213.753.750	169.682.002
702-2l	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 12, 35,0 < SP ≤ 40,0 m2	Nº	126.000.000	149.940.000	119.025.371
702-2m	SEÑALES VERTICALES LATERALES TIPO 13, 40,0 < SP ≤ 50,0 m2	Nº	138.500.000	164.815.000	130.833.443
702-5	SEÑALIZACIÓN DE CANALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº	9.969.800	11.864.062	9.491.250
702-5a	DELINEADORES VERTICALES	Nº	17.580.600	20.920.914	16.736.731
702-5b	BALIZA ROL DE CAMINO Y KILOMETRO	Nº	7.065.600	8.408.064	6.726.451
702-5c	BALIZA KILOMETRO	Nº	1.136.800	1.352.792	1.082.234
704-1	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE CONTINUA	km	13.395.520	15.940.669	12.444.243
704-2	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA DE EJE SEGMENTADA	km	6.265.860	7.456.373	5.828.349
704-4	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL SEGMENTADA	km	1.566.465	1.864.093	1.457.087
704-5	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEA LATERAL CONTINUA	km	38.093.510	45.331.277	35.388.315
704-6	DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO, LINEAS, ACHURADOS, SIMBOLOS Y LEYENDAS	m2	19.008.000	22.619.520	18.001.066
705-1	TACHAS REFLECTANTES	Nº	93.720.000	111.526.800	95.752.449
706-1	CASSETAS PARA PARADEROS DE LA LOCOMOCIÓN COLECTIVA	Nº	21.900.000	26.061.000	20.177.990
717-1	BARRERA MIXTA METAL MADERA	m	1.831.650.585	2.179.664.196	1.743.731.357
800	OBRAS VARIAS				
800-1a	PUENTE SALVA TU VIDA	Nº	795.516.349	946.664.456	757.331.564
800-1b	PUENTE EL SUIZO	Nº	1.090.157.326	1.297.287.218	1.037.829.774
800-1c	PUENTE PLATA	Nº	1.097.578.103	1.306.117.943	1.044.894.354
800-1d	PUENTE LIUCURA	Nº	5.693.936.169	6.775.784.041	5.420.627.233
800-3	ACCESO	Nº	851.904.000	1.013.765.760	811.012.608
800-4	INTERSECCIONES	Nº	124.236.000	147.840.840	118.272.672
800-5	MIRADORES	Nº	100.000.000	119.000.000	95.200.000
800-6	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	Nº	2.073.408.480	2.467.356.091	1.973.884.873
SUBTOTAL PRESUPUESTO			50.997.179.446		
SUBTOTAL TOTAL			50.997.179.446		
IVA (19%)			9.689.464.095		
TOTAL PRESUPUESTO			60.686.643.540	59.537.689.446	47.193.880.346
EXPROPIACIONES			4.691.023.480	4.691.023.480	4.691.023.480
TOTAL			65.377.667.020	64.228.712.926	51.884.903.826

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla presenta un resumen de los costos de inversión privada, social y el valor residual para la alternativa definitivamente seleccionada y sus variaciones en montos de inversión de acuerdo a la carpeta de rodadura:

Tabla N° 70
Valorización Privada, Social y Valor Residual de Inversiones (MM\$)

Ítem	DTS	ASFALTO
Puentes	8.677	8.677
Obras Varias	3.150	3.150
SUBTOTAL PRESUPUESTO	49.779	50.997
IVA (19%)	9.458	9.689
TOTAL PRESUPUESTO	59.237	60.687
EXPROPIACIONES	4.691	4.691
TOTAL	63.928	65.378
INVERSIÓN SOCIAL (MM\$)	51.699	51.885
VALOR RESIDUAL (MM\$)	12.126	12.126

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se cuenta con costos de conservación del camino y obras asociadas a cada tipo de carpeta, los cuales corresponden a costos del tipo anual y, que se ve incrementado los años 5, 10, 15 y 20 para una carpeta del tipo DTS, mientras que para una carpeta de asfalto, éste valor se ve incrementado solamente los años 15 y 20. Esto debido a que se realiza un sello asfáltico de conservación con lechada. La valorización social de estos costos de conservación, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 71
Valorización Social Costos de Conservación por Alternativa (MM\$)

AÑOS	DTS	ASFALTO
1-4	973	971
5	2.433	971
6-9	973	971
10	4.458	971
11-14	973	971
15	2.433	3.398
16-19	973	971
20	4.458	1.602

Fuente: Elaboración propia

8.4 INDICADORES ECONÓMICOS

A partir de la información presentada en este capítulo, se puede realizar el cálculo de los indicadores de rentabilidad social. Se ha supuesto que la construcción del proyecto se llevara a cabo durante el año 2018 y 2019. Además, se considera una tasa de descuento social de un 6%.

Los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores mencionados anteriormente, para cada alternativa del proyecto definitivo, se presentan a continuación:

Tabla N° 72
Evaluación Social Alternativa Definitiva – Carpeta DTS

Año	Inversión (MM\$)	Beneficios Tiempo (MM\$)	Beneficios Operacionales (MM\$)	Beneficios Totales (MM\$)	Flujo (MM\$)
2018	-25.850				-25.850
2019	-25.850				-25.850
2020	-973	6.271	-1.215	5.055	4.082
2021	-973	6.490	-1.253	5.237	4.264
2022	-973	6.718	-1.292	5.425	4.452
2023	-973	6.953	-1.333	5.621	4.648
2024	-2.433	7.197	-1.374	5.823	3.390
2025	-973	7.450	-1.417	6.032	5.059
2026	-973	7.711	-1.461	6.249	5.276
2027	-973	7.981	-1.507	6.474	5.501
2028	-973	8.262	-1.554	6.707	5.734
2029	-4.458	8.552	-1.603	6.949	2.491
2030	-973	8.852	-1.653	7.199	6.226
2031	-973	9.163	-1.704	7.459	6.486
2032	-973	9.485	-1.758	7.727	6.754
2033	-973	9.818	-1.812	8.006	7.033
2034	-2.433	10.163	-1.869	8.295	5.862
2035	-973	10.521	-1.927	8.594	7.621
2036	-973	10.891	-1.987	8.903	7.930
2037	-973	11.274	-2.050	9.225	8.252
2038	-973	11.671	-2.114	9.557	8.584
2039	7.668	12.082	-2.179	9.902	17.571
				VAN	11.358,5
				TIR	8,07%
				TRI	7,90%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 73
Evaluación Social Alternativa Definitiva – Carpeta Asfalto

Año	Inversión (MM\$)	Beneficios Tiempo (MM\$)	Beneficios Operacionales (MM\$)	Beneficios Totales (MM\$)	Flujo (MM\$)
2018	-25.943				-25.943
2019	-25.943				-25.943
2020	-971	6.271	-1.215	5.055	4.084
2021	-971	6.490	-1.253	5.237	4.266
2022	-971	6.718	-1.292	5.425	4.454
2023	-971	6.953	-1.333	5.621	4.650
2024	-971	7.197	-1.374	5.823	4.852
2025	-971	7.450	-1.417	6.032	5.061
2026	-971	7.711	-1.461	6.249	5.278
2027	-971	7.981	-1.507	6.474	5.503
2028	-971	8.262	-1.554	6.707	5.736
2029	-971	8.552	-1.603	6.949	5.978
2030	-971	8.852	-1.653	7.199	6.228
2031	-971	9.163	-1.704	7.459	6.488
2032	-971	9.485	-1.758	7.727	6.756
2033	-971	9.818	-1.812	8.006	7.035
2034	-3.398	10.163	-1.869	8.295	4.896
2035	-971	10.521	-1.927	8.594	7.623
2036	-971	10.891	-1.987	8.903	7.932
2037	-971	11.274	-2.050	9.225	8.254
2038	-971	11.671	-2.114	9.557	8.586
2039	10.524	12.082	-2.179	9.902	20.426
				VAN	14.522,5
				TIR	8,60%
				TRI	7,87%

Fuente: Elaboración propia

De ambas alternativas evaluadas, la que entrega mejores indicadores de rentabilidad corresponde a aquella con inversiones asociadas a un tipo de carpeta asfáltica. Esto, dado principalmente a que sus costos de conservación son bastante menores en relación a la carpeta de tipo DTS.

8.4.1 Análisis de Sensibilidad

Se ha realizado un análisis de sensibilidad de acuerdo a los siguientes casos:

- Caso 1: Inversión Global aumenta un 20%
- Caso 2: Beneficios Sociales disminuyen un 20%
- Caso 3: Caso 1 + Caso 2

Los resultados obtenidos, se presentan en el siguiente cuadro resumen.

Tabla N° 74
Resumen Resultados Análisis de Sensibilidad

ALTERNATIVA	INDICADOR	CASO 1	CASO 2	CASO 3
		INVERSIÓN GLOBAL +20%	BENEFICIOS -20%	CASO 1 + CASO 2
DTS	VAN	2.024,7	-3.245,5	-12.579,3
	TIR	6,3%	5,4%	3,9%
ASFALTO	VAN	5.152,6	-81,5	-9.451,4
	TIR	6,8%	6,0%	4,4%

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de sensibilidad para cada alternativa, se pudo obtener que con las variaciones establecidas, ambas alternativas son rentables socialmente si se aplica sólo el caso 1 (aumento de la inversión en un 20%), siendo la de carpeta asfáltica la que posee mejores indicadores. En el resto de los casos, ambas alternativas entregan resultados insuficientes asociados a la rentabilidad económica.

8.5 ANÁLISIS DE TMDA EN SECTOR PUCÓN

El proyecto definitivo seleccionado cumple a nivel económico con el objetivo del estudio, vale decir, se trata de un proyecto que logra generar una alternativa para los flujos que circulan desde Pucón, Curarrehue y Caburgua hacia Villarrica y la Ruta 5. Esto se ve reflejado en el modelo en el hecho de que para una importante cantidad de vehículos es más conveniente utilizar esta nueva ruta con respecto a la pasada actual entre Pucón y Villarrica por la Ruta 199-CH. Además, esta reasignación vehicular genera importantes ahorros de tiempo y consumos de recursos, lo se produce por la reducción de distancias (y tiempos) de viaje al circular por el proyecto, y en la disminución de la congestión en el eje actual.

Por otro lado, es importante revisar cómo se distribuyen los flujos en el sector oriente de Pucón, debido a que en esta área se verifican 2 problemas que pueden incrementarse o mitigarse con la implementación del proyecto.

1. Congestión en Ruta 199-CH entre Rotonda Acceso a pucón y Cruce Ruta S-905, la cual produce largas colas de vehículos e importantes demoras, básicamente en períodos punta de Temporada Verano.
2. Uso de Ruta S-921 entre Quelhue y Ruta 199-CH, la cual posee una función de camino de acceso de tipo básico. Al quedar la red conectada al norte del Puente Quelhue, puede producirse una sobrecarga de flujos de larga distancia que utilice este camino para acceder por un tramo de menor distancia hacia Pucón.

Lo anterior se puede verificar en las siguientes figuras, donde se observa los escenarios con y sin proyecto, y la diferencia de flujos que se produce en cada caso.

Figura N° 82
Flujos vehiculares –Año 2020 – TMDA Total – Situación Base



Fuente: Elaboración propia

NOTA: En azul los tramos asociados a los arcos de proyecto y en amarillo la red actual

Figura N° 83

Flujos vehiculares –Año 2020 – TMDA Total – Sector Pucón – Diferenciales de TMDA



Fuente: Elaboración propia

NOTA: En rojo los tramos con disminución de flujo y en color cian aquellos arcos con incorporación de flujo

La primera figura presenta los flujos asignados (en unidades de TMDA), en el escenario Base (sin proyecto), observándose un flujo promedio proyectado de 1799 veh/día en la Ruta S-921, 9200 veh/día Ruta 199-CH hacia Curarrehue y 11029 veh/día Ruta 199-CH hacia Pucón; todo esto año 2020.

Al incorporar el proyecto (ver segunda figura) el TMDA de la Ruta S-921 aumenta a 3891 veh/día, mientras que el flujo sobre la Ruta 199-CH disminuye a 5887 veh/día y 9778 veh/día respectivamente. Estas diferencias en valor absoluto se aprecian en la tercera figura.

Vale decir que el modelo estima que la Ruta S-921 se verá impactada negativamente con un aumento en el flujo global a más del doble del flujo actual, mientras que sobre la Ruta 199-CH se verificará un impacto positivo por disminución del flujo.

No obstante, el flujo sobre la Ruta 199-CH seguirá siendo elevado, y requiere una solución para aumentar la capacidad en el tramo mencionado.

8.6 PLAN DE PROYECTO

El Plan de Proyecto es un cronograma de las acciones que componen el desarrollo de un proyecto vial, desde su inicio, pasando por las etapas de prefactibilidad, ingeniería de detalle, impacto ambiental y específico (puentes y estructuras), construcción de las obras, explotación y conservación.

Este Plan de Proyecto, permite establecer un calendario de acciones en el tiempo, además del costo asociado a cada acción, también en un período de tiempo determinado.

Los objetivos del Plan de Proyecto son los siguientes:

- Ser la guía para la ejecución posterior del proyecto;
- Documentar todos los supuestos y restricciones habidas en consideración;
- Documentar todas las decisiones, consultas ciudadanas, ambientales, territoriales, etc.;
- Facilitar las comunicaciones entre involucrados en la ejecución del proyecto;
- Proporcionar una base para la medición del avance y el control del proyecto.

El Plan de Proyecto, entre otros, incluye los siguientes elementos:

- i. Justificación y Producto final del proyecto;
- ii. Indicadores de Rentabilidad Económica Social;
- iii. Estimaciones de costos para cada etapa, fechas programadas de inicio de actividades y asignación de responsabilidades a nivel de las EDP;
- iv. Análisis de riesgos identificados de cada etapa con las correspondientes acciones propuestas (riesgos técnicos, de gestión de proyecto, de la organización, externos, etc.);

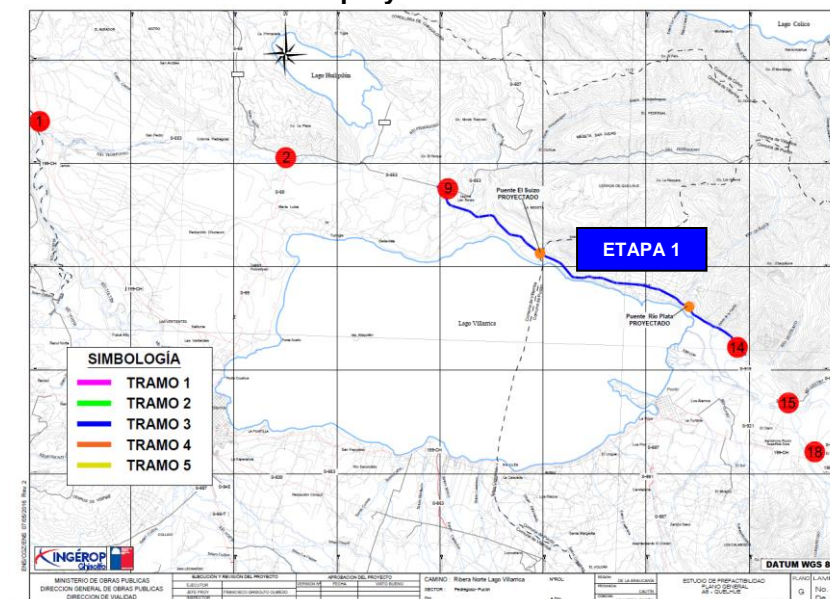
- v. Entrega de información para ficha EBI que comprende la entrega formal de los datos necesarios para la elaboración de la Ficha EBI de la etapa siguiente de Diseño Definitivo en este caso.

En función de los resultados de la evaluación se propone construir el proyecto en asfalto. Debido a la característica de apertura de la ribera norte que genera esta ruta y por las características particulares de la zona, como es la presencia de la comunidad indígena mapuche de Quelhue en el sector nororiente del lago es que se propone el siguiente etapamiento a considerar para la materialización del proyecto. Este se propone a continuación:

- **ETAPA 1:** Construcción del Tramo 3, entre el nodo 9 (Las Ranas) a 14 (Río Plata), correspondiente a los Dm. 20.200,000 a 38.900,000. Sector de apertura en que actualmente no existe camino.

Se considera dentro de la Etapa 1, una primera fase de materialización de la apertura de la ribera norte y una segunda fase de pavimentación de esta.

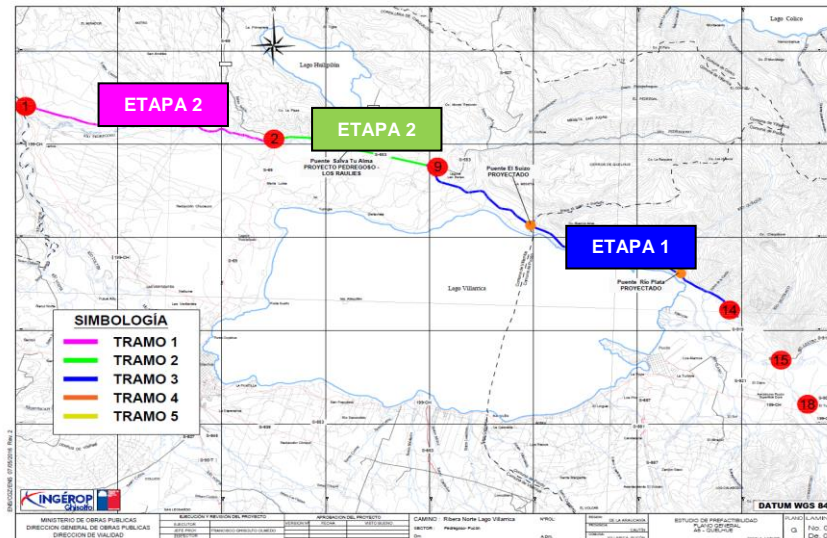
Figura N° 85
Anteproyecto realizado



Fuente: Elaboración Propia

- ETAPA 2:** Construcción del Tramo 1 y Tramo 2, entre los nodos 1 (Pedregoso) y 9 (Las Ranas) correspondiente a los Dm 0.000,000 a Dm 20.200,000. Sector correspondiente a parte de la ruta S-553 entre las rutas 199-CH y el inicio del Tramo 3.

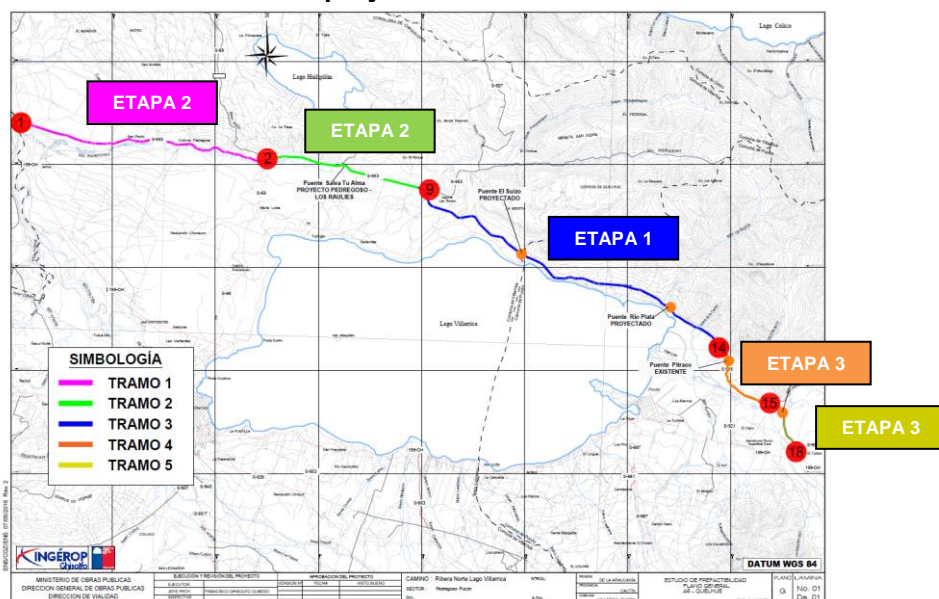
Figura N° 86
Anteproyecto realizado



Fuente: Elaboración Propia

- ETAPA 3:** Construcción del Tramo 4 y Tramo 5, entre los nodos 14 (Río Plata) y 18 (Río Turbio), correspondiente a los entre la Dm 38.900,000 a Dm 45.300,000. Sector correspondiente a parte de la ruta S-919 entre el fin del Tramo 3 hasta la intersección con la ruta 199-CH y S-905. Se considera la construcción de un nuevo puente de 125m sobre el Río Pucón.

Figura N° 87
Anteproyecto realizado



Fuente: Elaboración Propia

8.6.1 Estructura de Descomposición del Proyecto (EDP)

Los Términos de Referencia para la ejecución del Proyecto Definitivo deben comprender los siguientes elementos:

i. Ingeniería Básica para el Estudio Definitivo que comprende:

- Estacado y topografía, escala 1:1.000
- Perfiles batimétricos para puentes.
- Levantamientos terrestres, escala 1:1.000 (camino), 1:500 (estructuras), 1:200 (obras especiales)
- Autocontrol topográfico
- Geotecnia incluyendo:
 - Calicatas de 1,5 m, de 1,5 a 3,0 m, de 3,0 a 4,0 m y los respectivos ensayos,
 - Sondajes para estructuras,
 - Perfiles geofísicos,
 - Ensayes Macrogranulométricos,
 - Perfiles transversales de cauces,
 - Zanjas de Exploración
 - Prospección de empréstitos y botaderos
- Estudios de Tránsito: Medición de Flujos Vehiculares, Encuestas Origen Destino y Medición de Velocidades.
- Encuesta Pesaje Vehículos

ii. Proyecto Definitivo que incluye:

- Proyecto del camino, Saneamiento, Seguridad Vial.
- Proyectos de Puentes, incluidos socavación general y local.
- Proyectos de Obras Fluviales.
- Proyectos de Muros de Contención.
- Proyectos Modificación de Servicios.
- Proyecto de Iluminación.
- Proyecto de Paisajismo.
- Proyecto de Miradores.
- Estudio de Expropiaciones.
- Estudios Ambientales: Declaración de Impacto Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental.
- Antecedentes de Licitación.

8.6.2 Costos de Inversión

En las siguientes tablas se presentan los montos de inversión privados para cada una de las etapas de construcción del proyecto.

8.6.3 Solicitudes de la Comunidad

El presente estudio generó un Proceso de Consulta Indígena (PCI) llevado a cabo entre septiembre del año 2015 y Julio del 2016, y tuvo como objetivo informar, consultar y acordar con las comunidades indígenas del área de influencia del proyecto, las opciones y las conveniencias técnicas, económicas, sociales, territoriales y ambientales, así como recoger aquellos aspectos no favorables, de materializar una alternativa de conexión vial por la ribera norte del lago Villarrica, en una etapa de Prefactibilidad, entre las comunas de Villarrica (Sector María Luisa) y Pucón (Sector Río Turbio), ambas pertenecientes a la provincia de Cautín, Región de la Araucanía.

En la Etapa de Dialogo las comunidades mapuches generaron consensos y acuerdos con los representantes del Ministerio de Obras Públicas, MOP, respecto de la futura conexión vial por la ribera norte del Lago Villarrica, y con ello resguardar aspectos fundamentales para las comunidades y sus prácticas culturales como territoriales, entre otros.

En base a la entrega de las deliberaciones de las comunidades mapuches sobre el consentimiento de que si se haga el camino, se trabajó en los acuerdos y desacuerdos.

Las cuales dejan constancia de su acuerdo y desacuerdo frente la medida administrativa consultada “¿Están de acuerdo con la construcción de la vía de conexión por la ribera norte del Lago Villarrica entre las comunas de Villarrica y Pucón? ¿Qué aspectos son importantes de resguardar?”.

La tabla siguiente contiene los acuerdos y desacuerdos para tener en consideración en las etapas posteriores a desarrollar.

Tabla Nº 77

SOLICITUD	ACUERDO / DESACUERDO	COMENTARIOS
Que se respete y haya el menor impacto posible ambiental; proteger las aguas, forestación nativa.	ACUERDO	También es interés del MOP garantizar lo solicitado para lo cual en la fase de diseño se evalúa la pertinencia de ingreso al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y su forma de ingreso.
Respetar todo el territorio (Ngüillatuwe, cementerios) en donde se realizan ceremonias ancestrales.	ACUERDO	Aun no hay una idea precisa del camino, se va a respetar los centros ceremoniales y el trazado del camino
Que de construirse el camino, este no sea concesionado en el futuro, ya que perjudicaría económicamente los lugareños.	ACUERDO PARCIAL	Este “Estudio de Prefactibilidad Construcción Conexión Vial Ribera Norte Lago Villarrica Pedregoso - Pucón” no corresponde a una iniciativa de concesiones. No obstante, bajo la normativa vigente, si llegase en el futuro a contemplarse la concesión, se debe considerar un nuevo estudio de pertinencia de Consulta Indígena.
La ruta sería beneficiosa en cuanto que ayudaría descongestionar la ruta principal Villarrica Pucón, sobre todo en temporada estival.	ACUERDO	Es uno de los objetivos considerados en las bases del estudio de prefactibilidad.
Sería una excelente ruta de evacuación en caso de catástrofe volcánica.	ACUERDO	Es uno de los objetivos que se desprende del estudio de prefactibilidad desarrollado.
Nos favorecería en el fomento del turismo.	ACUERDO	Es uno de los objetivos que se desprende del estudio de prefactibilidad desarrollado.
Mejorar la conectividad de caminos interiores entre las rutas 199-CH, S-553 y S-69	ACUERDO PARCIAL	La dirección de vialidad analizará la factibilidad de mejorar los caminos que son de tuición de vialidad. Se resume las solicitudes del puente Loncovaca, camino Catrico, camino a Rucahue y conexión al

SOLICITUD	ACUERDO / DESACUERDO	COMENTARIOS
		puente Pedregoso
Solicitud de trazado de la conexión vial hacia la comunidad We Choyin Mapu (sector Huilpilün).	ACUERDO PARCIAL	La solicitud no está al alcance de este estudio. No obstante, se transmitirá a la unidad correspondiente para su análisis.
El diseño debe incluir la construcción de pasarela, calles de servicio (para el uso de carretones, animales, ganado y caballos) ciclo vías, en otras palabras, generar inversión para el fácil acceso y tránsito de las personas con discapacidad y adultos mayores y otras infraestructura que vayan en el cuidado de las comunidades mapuches.	ACUERDO PARCIAL	Según lo solicitado por este mismo proceso, se ha incorporado una solución para el tránsito no vehicular en el tramo María Luisa – Laguna Las Ranas. Las demás solicitudes serán transmitidas a la fase siguiente (en caso de que el corredor sea rentable) para ajustar su trazado. Cabe hacer notar que estas solicitudes se deben compatibilizar con las restricciones solicitadas en otros tramos.
Las comunidades y representantes, quieren participar y estar informados de todo el proceso y diseño final y cualquier modificación al diseño final que pueda surgir.	ACUERDO	Se recomienda como resultado de este dialogo de Consulta Indígena, que la Etapa de Diseño, debe contemplar como mínimo la participación de las mismas comunidades.
Formar un grupo comisión de las comunidades mapuches que puedan estar fiscalizando el diseño y tiempos de la ejecución. También este mismo grupo (comisión) se les pueda informar de todo acuerdo y/o cambio en el proyecto de estudio y construcción del camino.	ACUERDO	Las mismas recomendaciones aplican para la etapa de ejecución.
Que el camino no tenga más de ocho (8) metros de ancho y siga el trazado actual (camino Quelhue – Río Plata)	ACUERDO	Según lo solicitado por este mismo proceso, el anteproyecto de este estudio de prefactibilidad del camino Quelhue – Río Plata, sigue su trazado actual. Sin embargo, en la etapa de diseño, la solución definitiva debe ser revisada en conjunto con la comunidad.
Que el camino llegue al puente Quelhue o conecte con el camino Carhuello, evitando la construcción de nuevos puentes o nuevas rutas de acceso a la comunidad de Quelhue.	DESACUERDO	Desde el punto de vista técnico, ambiental, territorial de la Dirección de Vialidad, la solución óptima de este estudio de Prefactibilidad, contempla la ejecución de un nuevo puente que de salida a la intersección con la ruta 199-CH (Puente Turbio). No obstante, dado que no es un acuerdo con la comunidad la Dirección de Vialidad indica que este punto debe ser consultado nuevamente en la etapa de diseño.
Que el ancho y las características sean de camino y no de carretera.	ACUERDO	Según lo solicitado por este mismo proceso, el anteproyecto de este estudio de prefactibilidad contempla la construcción de una ruta con estándar de colector (lo que significa que la velocidad de circulación en la comunidad de Quelhue será restringida).
Deben incluirse en la obra la construcción de pasos de cebra, vereda para la protección de los peatones, paraderos, miradores con diseños acorde al entorno natural y buena señalización para evitar accidentes y daños a la comunidad.	ACUERDO	Según lo solicitado por este mismo proceso, se ha incorporado paraderos y miradores. Las demás solicitudes serán transmitidas a la fase siguiente (en caso de que el corredor sea rentable) para ajustar su trazado. Cabe hacer notar que estas solicitudes se deben compatibilizar con las restricciones solicitadas en otros tramos.
Que las obras ni el camino alteren o dañen los sitios ceremoniales de la comunidad, como el campo santo.	ACUERDO	Aun no hay una idea precisa del camino, se va a respetar los centros ceremoniales y campo santo y el trazado del camino actual.
Que no se corten ni talen árboles milenarios y centenarios que hay en el camino. Se protejan los árboles nativos.	ACUERDO PARCIAL	También es interés del MOP garantizar lo solicitado. Para lo cual en la fase de diseño se realizará un estudio ambiental detallado que recoja estas necesidades.
Se pide que en la ribera del Río Trancura se implemente un sistema de piedras para impedir que se siga desmoronando y llevándose los terrenos de la comunidad.	ACUERDO PARCIAL	La solicitud no está al alcance de este estudio. No obstante, se oficiará a la Dirección de Obras Hidráulicas para solicitar que se realicen los estudios correspondientes para la protección ribereña del río Trancura.
Se solicita como compensación a la intervención de la comunidad la construcción de una copa de agua para aproximadamente 280 familias, que serviría de regadío para la agricultura y el desarrollo económico local de nuestro territorio.	ACUERDO PARCIAL	La solicitud no está al alcance de este estudio. No obstante. Se oficiará a la Dirección de Obras Hidráulicas para solicitar que se realicen los estudios correspondientes para mejorar las condiciones de riego del sector. Se requiere solución de riego y agua potable. La Dirección de Vialidad solicitará al SEREMI de Obras

SOLICITUD	ACUERDO / DESACUERDO	COMENTARIOS
		Publicas coordinar la asistencia de un profesional de la Dirección de Obras Hidráulicas y/o Dirección General de Aguas, según corresponda, a la comunidad Quelhue
Los cercos de la comunidad deben quedar en excelente estado, por lo que se pide la reparación de estos durante y al final de las obras del camino.	ACUERDO	Los proyectos MOP consideran la reposición de todos los cercos intervenidos durante las obras.

Fuente: Elaboración Propia

A estos acuerdos se debe sumar el informe de afectación que entrego la Organización Tradicional Lof Quelhue de Pucón a la Inspección Fiscal, denominado “Lof Quelhue: Patrimonio Cultural Tangible e Intangible”. Donde se reafirma el rechazo a la posible Construcción Conexión Vial Ribera Norte Lago Villarrica que pase por parte de la Organización Tradicional Lof Quelhue.

8.6.4 Análisis de Riesgos

El programa de manejo ambiental propuesto consideró las siguientes Medidas de Mitigación frente a los posibles riesgos:

- Medidas Ambientales para la Calidad del Aire
- Medidas Ambientales para el Medio Biótico
- Medidas Ambientales para el Medio Humano
- Medidas Ambientales para Paisaje y Turismo.

Las medidas de mitigación propuestas tienen por objeto evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en las etapas de ejecución y explotación. Las medidas de compensación tienen por objeto producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

8.6.5 Recomendaciones Ambientales

En particular respecto al medio ambiente, se deben tener presentes las siguientes recomendaciones derivadas del estudio:

- Previo a la construcción del proyecto, se deberá desarrollar una evaluación ambiental a través de una Declaración de Impacto Ambiental o un Estudio de Impacto Ambiental.
- Cualquiera sea el instrumento que se desarrolle, este deberá ser ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental SEIA, que coordina el Servicio de Evaluación Ambiental SEA de la Región de la Araucanía.
- La razón del ingreso corresponderá a lo que establece el artículo 10 de la ley 19.300, (recientemente modificada), letra e), donde se indica que deberán ingresar al SEIA, los “camino públicos que afecten áreas protegidas”, siendo la ZOIT un área bajo protección.
- Será obligatorio su ingreso, en la medida que la ZOIT esté vigente. (revisar Decreto 220 EXENTO del 5-MAY-2014 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que Deroga Decreto N° 140 Exento, De 2014, Que Revoca Declaración De Zonas De Interés Turístico)

- Si el proyecto ingresa al SEIA, a través de un EIA, este tendrá una PAC coordinada por él SEA; si ingresa vía DIA, podría tener PAC, en la medida que esta sea solicitada por la comunidad.
- Según el Art. 11. 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:
 - a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
 - b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
 - c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
 - d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
 - e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y
 - f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.
- Durante el desarrollo de la PAC, podría implementarse la consulta indígena que coordina él SEA, todo lo anterior durante un plazo de 60 días, como establece la Ley y el Reglamento, por lo que se recomienda: realizar una PAC anticipada y un consulta indígena anticipada, de buena fe y tendiendo al acuerdo.
- Todo lo analizado respecto de flora, fauna, vegetación y arqueología, podrá ser tratado en el desarrollo del análisis ambiental y apoyará el análisis de la letra 11 de la Ley para definir el instrumento de ingreso al SEIA.
- El plazo para el desarrollo de un EIA podría ser de 6 meses y su evaluación de 1 año, teniendo siempre presente que la definición del proyecto es lo más relevante para un adecuado desarrollo del estudio y una adecuada evaluación.
- El plazo para el desarrollo de una DIA podría ser de 4 meses y su evaluación de 7 meses, con la misma consideración respecto de la definición del proyecto.
- Según el Artículo 14 del Reglamento (DS 40/2012) del Desarrollo de proyectos o actividades por etapas, se sugiere tener presente que: *“Los proponentes no podrán, a sabiendas, fraccionar sus proyectos o actividades con el objeto de variar el instrumento de evaluación o de eludir el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Corresponderá a la Superintendencia determinar la infracción a esta obligación y requerir al proponente el ingreso adecuado, previo informe del Servicio.*
- *No aplicará lo señalado en el inciso anterior cuando el proponente acredite que el proyecto o actividad corresponde a uno cuya ejecución se realizará por etapas, aplicándose en todo caso lo establecido en el artículo 11 ter de la Ley.”*
- Lo anterior, considerando que, durante las presentaciones del cierre de la PAC, se comentó la posibilidad de comenzar el proyecto desde Villarrica, avanzando en las zonas donde hay un proyecto existente, y dejar para el final, la zona de la llegada a Pucón.

8.7 Definición de Temas a Incluir en las Bases de Contratación de Futuros Estudios de Ingeniería

Finalmente y en consideración al trabajo realizado por el Estudio de Prefactibilidad en sus distintas etapas, se sugiere tener presente en las Bases de Contratación de futuros estudios de ingeniería contemplar los siguientes elementos:

a) El interés turístico del área

Efectuar un estudio respecto al potencial turístico del área, definiendo un potencial de turismo masivo de temporada o de un turismo selectivo y permanente. Identificar los atractivos relevantes, las posibilidades de contar con servicios sanitarios y electricidad y las alternativas de inversión existentes. Además de la existencia y acceso a playas en la ribera norte del lago Villarrica.

b) Medio Ambiente

Mientras en la zona de estudio se encuentre vigente la declaración de Zona de Interés Turístico Nacional -ZOIT- (Resolución Exenta N° 547/03 de SERNATUR), el proyecto deberá ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) que coordina el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de la Región de la Araucanía.

c) Comunidades indígenas

En las etapas de diseño se debe tener en consideración los acuerdos y oposición tomados con las comunidades indígenas, hacer seguimiento y contemplar como mínimo la participación de las mismas comunidades, además de considerar los elementos aportados por la Consulta Indígena en la totalidad del proceso. Continuar el diálogo.

d) Participación Ciudadana

En las etapas siguientes se recomienda dar información oportuna y llevar a cabo los procedimientos legales necesarios para ingresar a los predios de la ribera norte. Relevando la red de contactos establecidos como aproximación por este estudio.

e) Conexiones al borde costero

Estudiar las posibles conexiones o facilidades que pueda prestar el nuevo camino con el borde costero del lago, definiendo cuales son los puntos del borde costero y el estándar de estas conexiones.

f) Análisis de riesgo

Asociado principalmente por incorporación de facilidades peatonales y ciclísticas en el proyecto definitivo. En el anteproyecto, solo incorpora ciclo vía en el tramo

entre María Luisa y el estero Las Ranas (nodo 1 a 9) estas facilidades no fueron incluidas en el total del trazado en razón de disminuir las condiciones desfavorables de seguridad vial.

Análisis del riesgo de erupciones volcánicas por proximidad de la faja fiscal del proyecto definitivo al área de riesgo del volcán Villarrica e incorporación de las medidas de mitigación.

g) Otras consideraciones

Desarrollar los proyectos de detalle de todas las obras, especialmente de aquellas que por lo extemporáneo de su proposición no pudieron efectuarse a nivel de anteproyecto y solo se estimó su costo para considerarlo en la evaluación, entre otros los miradores en el área de los cerros del Quelhue. Estudiar los enlaces con la ruta 199-CH en ambos extremos de la ruta debido a la posible concesión de esta, en esta etapa solo se consideraron intersecciones.

Complementar en general la ingeniería básica del sector en estudio, incluyendo mecánica de suelos, hidrología y topografía a escala que permita su construcción.

Realizar los estudios hidráulicos de los ríos Pedregoso, Plata y Pucón, además del estero El Suizo que permitan establecer niveles más definitivos de socavación de las fundaciones, lo que permitiría re estudiar la altura de sus pilas – pilotes y de su infraestructura en general.

Del mismo modo permitirá estudiar en forma más acabada las defensas u obras fluviales que requieran dichos puentes.

Se recomienda considerar dividir en tres sectores el Estudio de Ingeniería Vial de detalle, teniendo prioridad para un primer contrato el tramo 3, para un segundo contrato los tramos 1 y 2 (María Luisa - Pedregoso - Las Ranas), y finalmente los tramos 4 y 5 (Río Plata - Comunidad Quelhue - Río Turbio). El objetivo de esta división es contar con los proyectos de ingeniería que permiten la conectividad y además son los sectores donde se requerirá un mayor esfuerzo en recursos, por ser trazado de camino nuevo en sector montañoso y en el tramo de la comunidad Quelhue, debe lograrse un trazado consensuado, lo que siempre demanda un mayor tiempo. Se estima que el tercer contrato, salvo el emplazamiento del puente sobre el río Pucón, no debiera presentar mayores dificultades para su materialización.

9 ETAPA 6: “INFORME FINAL”

En esta etapa se realizó la entrega definitiva del trabajo realizado en el marco del presente estudio, que contiene los siguientes documentos:

- Resumen Ejecutivo
- Informe Ejecutivo Medio Ambiente, Participación Ciudadana y Consulta Indígena
- Volumen 1: Diagnóstico Preliminar
- Volumen 2: Estudios de Base
- Volumen 3: Estudio de Alternativas
- Volumen 4: Ingeniería Básica y Prediseños a Nivel de Anteproyecto
- Volumen 5: Evaluación Económica
- Memoria
- Expediente Final Consulta Indígena

10 CONCLUSIONES

El estudio es concluyente y determina que bajo las actuales condiciones el proyecto posee factibilidad técnica, económica, social, ambiental y territorial.

El proyecto responde a una clasificación funcional de colector, bidireccional, que entregará continuidad de tránsito y acceso a la propiedad adyacente con intersecciones a nivel, con velocidades de proyecto de 60 km/h. La ruta conectará la 199-CH desde la localidad de María Luisa en la comuna de Villarrica hasta la localidad de Río Turbio en Pucón, con una extensión de 45,3 km, un puente mayor sobre el río Liucura de 125m de longitud, 3 puentes menores y 6 intersecciones a nivel. El camino se ajusta en su paso por la localidad de Quelhue a la faja existente, con restricciones a la velocidad de operación recogiendo requerimientos de la comunidad indígena Manuel Hualquivir.

Desde el punto de vista económico, el camino se justifica plenamente debido a la cantidad de vehículos que transitan por la 199-CH, única vía de acceso a la conurbación Villarrica – Pucón y los valles interiores, estimándose que este proyecto captará un TMDA transferido de 5.535 vehículos, además de impactos no cuantificados en el desarrollo urbano de la ribera norte del lago Villarrica.

Con relación a los aspectos sociales, se debe consignar que la metodología multicriterio fue aplicada con rigurosidad científica lográndose un equilibrio técnico determinante a la hora de seleccionar la mejor alternativa.

El monto de inversión en obras alcanza a 64.229 millones de pesos de julio de 2016, y se presenta un cronograma de ejecución que se inicia con el tramo de 20 kilómetros en que actualmente no existe camino. Con estas consideraciones, se recomienda la ejecución de estudio de ingeniería de detalle por tramos, a efectos de lograr la conexión aprovechando la vialidad existente.

Especial mención debe hacerse con relación a la oposición manifestada por una comunidad indígena de Quelhue, habiendo acuerdo sobre la necesidad de continuar el

diálogo más allá del marco de este contrato, así como la participación de los propietarios de la ribera norte.

El proyecto completa la circunvalación al lago Villarrica potenciando la Red Interlagos, y ofrece una alternativa de conexión de la 199-CH entre la ruta Freire Villarrica y los valles interiores de Caburgua, Curarrehue y el paso internacional Mamuil Mamal, evitando la conurbación Villarrica – Pucón y sus altos niveles de congestión estival. La ruta ofrece también una alternativa a eventuales erupciones del volcán Villarrica.

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN VIAL
RIBERA NORTE LAGO VILLARRICA PEDREGOSO – PUCÓN
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

El “Estudio de Prefactibilidad Construcción Conexión Vial Ribera Norte Lago Villarrica Pedregoso – Pucón, Región de La Araucanía” encargado por la Dirección de Vialidad (DV) del Ministerio de Obras Públicas a la empresa consultora INGEROP - GHISOLFO S.A., según Resolución DV N° 798 fechada en Santiago de Chile el día 29 de octubre de 2014 tramitada en Oficina de Partes de la Dirección de Vialidad el día 24 de noviembre de 2014.

El estudio se desarrolló entre el 24 de noviembre de 2014 y el 29 de octubre de 2016. En este participó el siguiente equipo técnico:

JEFE DE PROYECTO	ESPECIALISTA EN DISEÑO GEOMÉTRICO
Francisco Ghisolfo O. 03/10/2016	Cristopher Gálvez P. 03/10/2016
ESPECIALISTA EN TRANSPORTE Y EVALUACIÓN ECONÓMICA	ESPECIALISTA EN TRANSPORTE Y EVALUACIÓN ECONÓMICA
Eduardo Matamala T. 03/10/2016	Manuel Diaz C. 03/10/2016
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA	ENCARGADO DE EXPROPIACIONES
Mauricio Poblete R. 03/10/2016	Vivian Jahn B. 03/10/2016
ESPECIALISTA EN MEDIO AMBIENTE, TERRITORIO Y TURISMO	ESPECIALISTA EN PARTICIPACIÓN CIUDADANA
Jadille Mussa C. 03/10/2016	María Angélica Arellano E. 03/10/2016