



ESTUDIO DE PREINVERSIÓN
CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN VIAL RUTAS W-120-160,
SECTOR; HUICHA – CAULIN - CHACAO, PROVINCIA DE CHILOE,
REGION DE LOS LAGOS

MEMORIA INFORME FINAL

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1-3
1.1	Planteamiento del Problema.....	1-3
1.2	Objetivos y Alcances del Estudio.....	1-7
1.3	Vialidad Actual	1-10
2	ESTUDIOS DE BASE	2-11
2.1	Encuesta Origen-Destino	2-11
2.2	Flujos	2-12
3	ESTUDIO DE DEMANDA: METODOLOGÍA Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN A LA RED.....	3-17
3.1	Codificación De La Red.....	3-17
3.2	Modelo de Asignación	3-18
3.3	Resultados	3-23
3.4	Proyección de Viajes y Sistema de Actividades.....	3-30
3.4.1	Modelación Variables Explicativas	3-30
	Resultados	3-33
4	DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS.....	4-36
4.1	Restitución y Levantamientos Topográficos.....	4-36
4.1.1	Restitución.....	4-36
4.1.2	Levantamientos Topográficos	4-37
4.2	Análisis de las Alternativas Preliminares	4-39
4.3	Prediseños de Alternativas Preliminares	4-41
4.3.1	Generalidades	4-41
4.3.2	Caracterización de Alternativas Preliminares	4-53
4.3.3	Estimaciones Preliminares de Obras	4-54
4.4	Ventajas y Desventajas de Alternativas.....	4-56
5	RESULTADOS ETAPAS INICIALES Y DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	5-60
5.1	Etapa 3: Evaluación Preliminar.....	5-60
5.2	Etapa 4: Alternativa Seleccionada	5-65
6	GEOTÉCNIA	6-67
7	DISEÑO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS	7-71
7.1	Puente Guyunden - 1	7-71
8	PREDISEÑOS.....	8-74
8.1	Diseño Geométrico.....	8-74
8.2	Diseño de Pavimentos.....	8-74
8.3	Hidrología e Hidráulica	8-78
8.3.1	Hidrología	8-78
8.3.2	Hidráulica.....	8-86
9	ESTUDIO DE EXPROPIACIONES.....	9-90
9.1	Faja Fiscal actual disponible y expropiaciones anteriores.....	9-90
9.1.1	Propietarios	9-90
9.1.2	Conservadores de Bienes Raíces	9-90
9.1.3	Ministerio de Bienes Nacionales	9-90
9.1.4	Servicio de Impuestos Internos.....	9-91
9.1.5	Municipalidad de Ancud.....	9-91
9.1.6	Superficies a Expropiar	9-91
9.1.7	Ancho de Faja Actual.....	9-91
9.1.8	Faja de Expropiación Proyectada	9-91
9.1.9	Planos de Expropiación	9-91
9.1.10	Estimación de Elementos a Considerar en la Indemnización por Expropiación	9-91

9.1.11	Estimación del Costo de Expropiaciones	9-93
9.1.12	Resultado del Estudio	9-94
10	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEFINITIVA	10-96
10.1.1	Alternativa seleccionada e Inversión Social	10-96
10.1.2	Modelación de transporte definitiva Alternativa 3-A	10-98
10.1.3	Estimación de ahorro de recursos	10-100
10.1.4	Ahorros por operación continua del camino	10-102
10.1.5	Costos de conservación	10-103
10.1.6	Indicadores Económicos	10-103
10.1.7	Análisis de Sensibilidad	10-105
11	ESTUDIO AMBIENTAL TERRITORIAL Y DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	11-107
11.1	Introducción	11-107
11.1.1	Definición de Alternativas Iniciales a Evaluar	11-107
11.2	Caracterización Ambiental	11-108
11.2.1	Medio Físico	11-108
11.2.2	Medio Biótico	11-114
11.2.3	Medio Socioeconómico y Cultural	11-116
11.3	Propuesta Metodológica de Análisis Multicriterio	11-119
11.4	Definición de Indicadores y Criterios de Análisis	11-120
11.5	Resultados de La Evaluación Multicriterio	11-121
11.6	Evaluación De Impactos Ambientales	11-122
11.7	Medidas Ambientales	11-123
11.7.1	Plan de Medidas Etapa de Construcción	11-123
11.7.2	Plan de Medidas Etapa de Operación	11-125
11.7.3	Plan de Medidas de Prevención de Riesgos y Contingencias Ambientales	11-125
11.8	Participación Ciudadana	11-126
11.8.1	Reunión en Etapa 1	11-126
11.8.2	Evaluación	11-129
11.9	Conclusiones	11-130
11.10	RECOMENDACIONES DE LA ESPECIALIDAD AMBIENTAL PARA LA FASE DE DISEÑO	11-131
11.10.1	Introducción	11-131
11.10.2	Respecto de Descripción de Proyecto	11-131

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la memoria de Informe final del estudio de preinversión denominado "**Construcción Conexión Vial Rutas W-120-160, Sector; Huicha – Caulín – Chacao, Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos**", elaborado por la empresa consultora GHISOLFO INGENIERIA DE CONSULTA S.A

Este estudio ha sido encargado al Consultor por la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas (MOP), según Resolución DRV N° 5230, tramitada el día 03 de noviembre de 2009.

Figura N° 1-1
Esquema de Ubicación del Área del Estudio



Fuente: Términos de Referencia

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Dirección de Vialidad de Obras Públicas entre sus objetivos para el desarrollo de la vialidad de nuestro país, ha generado planes específicos para estudiar y materializar mejoramientos en las rutas que permiten la conectividad en la zona sur y extremo sur de nuestro territorio, surgiendo de esta manera los proyectos de ingeniería para completar la construcción de la Ruta 7 en las regiones Décima y Duodécima, el

mejoramiento de la infraestructura portuaria y el Plan de Desarrollo Integral de Chiloé (PLADICH).

Dentro del contexto del PLADICH, uno de los temas abordados es la consolidación de la conexión vial a través del borde costero en los sectores norte y oriente de la isla, lo que permitirá dar continuidad a las rutas existentes y accesibilidad continua a diversas localidades y poblados que allí se ubican.

Es así como al estudiar el borde norte de la isla se advierte el problema de continuidad de la ruta costera que se presenta entre Chacao y Caulín. En efecto, en el extremo norte de la isla la conexión para el transporte carretero se desarrolla principalmente a través de la Ruta 5 entre la entrada norte en el Canal de Chacao hasta Ancud, continuando hacia el sur con destino a Castro. En este sentido la Ruta 5 cumple una función de conexión preferentemente de tipo longitudinal, mientras que para el borde costero y las localidades ubicadas en él se accede a través de las rutas W-120 y W-160, las que conforman un eje de aproximadamente 25 kilómetros entre Chacao y Ruta 5 en el sector de Ancud.

Los principales hitos que se ubican a lo largo del eje en el borde costero norte de la isla son los siguientes (en un orden de oriente a poniente).

- Poblado de Huicha: emplazado sobre la Ruta W-160 a 9 kilómetros del cruce poniente con la Ruta 5.
- Poblado de Caulín: Ubicado en el extremo oriente de la Ruta W-160. Es la principal localidad emplazada sobre la ruta.
- Bahía de Caulín: Sector ubicado en medio de la ruta donde finaliza la Ruta W-160 y comienza la W-120. Punto de actividades turísticas (avistamiento de aves, comida típica), de gran belleza escénica y fragilidad ambiental.
- Acceso poniente a Chacao: Hacia el oriente la Ruta W-120 finaliza en la localidad de Chacao, conectándose con la Ruta 5 a un costado de este poblado.

Figura N° 1-2
Esquema ruta a analizar



Fuente: Elaboración Propia

Si bien la ruta costera se encuentra ya materializada (tal como se observa en las figuras), ella presenta una serie de dificultades que no permiten asegurar su operación en forma óptima y permanente. Principalmente estas son:

- Estándar de la ruta: En la actualidad la ruta posee una carpeta de ripio y tierra en algunos tramos, con geometría ondulada y ancho de calzada variable de 4 a 6 metros, lo que genera un bajo estándar para la circulación.
- Pasada por Bahía de Caulín: En la transición entre las rutas W-160 y W-120 hay un tramo del camino que transcurre por el borde de la playa en la Bahía de Caulín, con un estándar prácticamente de huella. En dicho tramo y dadas estas condiciones (borde de playa), el camino se inunda frecuentemente debido a la subidas de marea con lo cual la ruta queda discontinua en estos períodos interrumpiendo el tránsito de larga distancia y también el flujo de tipo local dentro de la localidad de Caulín. De hecho en el momento que se producen estos fenómenos de inundación de la ruta, los habitantes deben circular caminando, utilizando para esto los circuitos internos de la localidad de Caulín, al no existir otras alternativas para el paso de vehículos.

A las condiciones anteriores se agregan otras circunstancias que dificultan la proyección de la actual conexión en una visión futura del territorio:

- Sentido turístico y reserva natural: La Bahía de Caulín posee un fuerte potencial de tipo turístico, por su belleza natural y particularmente por el hábitat de su fauna, de carácter vulnerable que cobija aves migratorias.
- Paso de un tramo de camino por terreno privado: Un tramo de la actual ruta existente (de aproximadamente 5 metros), se emplaza en terreno privado (Fundo Los Cisnes), el cual será regularizado por la Dirección Regional de Vialidad una vez concluido el presente estudio.

Dado lo anterior, el problema que se plantea es proponer un proyecto para el mejoramiento de la ruta costera en un tramo de 25 kilómetros aproximados, lo que involucra mejoramiento del perfil del camino, pavimentación y una solución para el paso actual por la Bahía de Caulín que asegure su conexión permanente, y que minimice los impactos actuales y futuros sobre un sector de fragilidad ambiental, alta belleza y potencial turístico otorgando conectividad a sus habitantes y sus actividades productivas. De esta manera se otorgará al tramo costero norte de la Isla de Chiloé un estándar adecuado a los flujos que por ella circulan, al potencial de circuitos turísticos y solucionando paralelamente los problemas de accesibilidad a los poblados que se ubican a lo largo de este borde sobre las rutas W-160 y W-120.

Figura N° 1-3
Sector Bahía de Caulín, Sector Inundable.



Fuente: Elaboración Propia

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

En función de las condicionantes planteadas, el objetivo del presente estudio de prefactibilidad consiste en identificar la mejor alternativa de solución al problema planteado, para concluir en un “anteproyecto preliminar” que, a través, de sus planos, documentos y memorias de respaldo, permita determinar la conveniencia técnica, económica, social y ambiental de mejorar la conexión vial desde Huicha hasta la localidad de Chacao, incluyendo la localidad de Caulín.

Esto puede materializarse a través de diversos escenarios, tales como mejoramiento de la ruta existente y/o potenciando algunos tramos nuevos, que se lograrán identificar en el análisis para superar los problemas de transitabilidad permanente y serviciabilidad que presenta actualmente la faja fiscal preexistente en el sector de la Bahía de Caulín, elevando la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Lo anterior se debe desarrollar teniendo en cuenta la fragilidad ambiental de la bahía en el tramo con estándar de huella, donde se producen los cortes de camino, además de otorgar una solución que satisfaga las necesidades de los habitantes del sector y del municipio involucrado.

Los objetivos específicos del estudio son:

- Identificar los requerimientos de infraestructura vial en el área de estudio a partir del desarrollo de un análisis integral del territorio referido a: la ocupación física y social, a las características del ordenamiento territorial, las proyecciones

económicas y demográficas y su incidencia en la ocupación del suelo, la fragilidad ambiental (física, biótica y humana) frente al proyecto, conociendo las prioridades o expectativas de la comunidad organizada, para proponer preliminarmente la o las alternativas a estudiar.

- Realizar los estudios de base y complementar el diagnóstico de la o las alternativas seleccionadas, identificando las características propias de cada una de ellas.
- Evaluar técnica, económica, territorial, social y ambientalmente a nivel preliminar las distintas alternativas que se analicen, y seleccionar éstas a través de una evaluación multicriterio que sea la más conveniente de implementar.
- Evaluar económicamente la alternativa seleccionada una vez concluidos los anteproyectos preliminares
- Desarrollar el anteproyecto preliminar de la (s) alternativa (s) seleccionada (s).
- Estudiar, analizar impactos ambientales y territoriales y proponer medidas mitigatorias de impacto ambiental en todos aquellos sectores por los cuales la alternativa seleccionada pudiese intervenir negativamente el medio ambiente. Incorporar en el anteproyecto preliminar los resultados de las actividades de Participación Ciudadana.
- Estudiar los niveles de demandas actuales y futuras, simular el comportamiento de los usuarios y de las variables que inciden en la generación de viajes a nivel zonal y definir los grados de accesibilidad y otros, a fin de obtener una herramienta matemática robusta, que permita determinar la conveniencia técnico - económica – ambiental - social de mejorar las rutas existentes o habilitar nuevas vías alternativas, que permitan potenciar el desarrollo económico.

Por otro lado, para conseguir los objetivos planteados, se debe precisar los alcances principales que delimitan el estudio:

Desde el punto de vista de la ingeniería vial, el desarrollo del estudio se centra en el planteamiento, trazado, diseño y cubicación de un conjunto de alternativas que permitan mejorar el estado actual del camino costero conformado por las Rutas W-120 y W-160. Esto equivale a la conexión de la localidad de Chacao, en la Ruta 5, con la localidad de Huicha, regresando a la Ruta 5, por las cercanías del borde costero norte de la Isla Grande de Chiloé, en la comuna del mismo nombre de la Región de Los Lagos. Las alternativas planteadas deben enfocarse en mejorar la plataforma y el trazado de las rutas actualmente existentes, y en generar la conexión más adecuada en el sector de la Bahía de Caulín que evite el corte del camino por anegamientos, pero que además respete las condiciones de fragilidad del ecosistema y potencial turístico del sector. Lo anterior justifica la búsqueda de alternativas que incorporen variantes al actual paso por la playa.

El estudio incorpora el desarrollo de modelos de transporte que permiten estimar los flujos vehiculares sobre el camino analizado (actuales y potenciales) y los beneficios que se podrán obtener a partir de la implementación de alguna de las alternativas de proyectos, midiendo este beneficio en ahorro de consumo de recursos (combustible, desgaste vehículo), tiempos de viajes, probabilidad de accidentes y potenciamiento de actividades en la zona.

Tanto para la implementación del modelo de transporte como para el análisis del camino desde el punto de vista de su inserción dentro del territorio, el estudio debe incorporar una zona más amplia que permita estudiar la red vial como un sistema de rutas que permiten los movimientos a diferentes escalas, y los estándares en los cuales se opera (autopista, longitudinal, conexión). También interesan las conexiones que se pueden establecer entre la ruta estudiada y el resto de la vialidad que conecta los distintos centros generadores-atractores involucrados. Dentro de este contexto el estudio considera en su análisis una red vial que abarca una porción (el sector norte) de la Isla de Chiloé, y el acceso a esta desde el norte a través del Canal de Chacao.

De esta manera se incluye las rutas que forman parte de la red vial norte de la Isla Grande, incluido el proyecto de concesión de obra pública de Puente Chacao (ribera norte y ribera sur del Canal) y el proyecto de concesión Puerto Montt – Pargua (ribera norte del Canal), los cuales pueden influenciar la entrada de los flujos y su distribución dentro de la isla y particularmente hacia las rutas costeras.

Desde el punto de vista de la geomorfología, conviene destacar la condición de borde costero de gran parte de los trazados existentes y la condición de mesetas onduladas por las que se desarrollan estos.

Estos elementos, unidos a la condición de los tamaños prediales y sus actividades, envuelven los análisis territoriales y medioambientales que se tienen en cuenta para un estudio de prefactibilidad.

Además se ha contemplado las restricciones que se producen debido a la fragilidad del ecosistema de la bahía (marisma), la declaración de la comunidad como un sector de Santuario de Aves. Lo anterior proporciona peso suficiente, por sí, para justificar los estudios de que permitan identificar la mejor alternativa de continuidad de la ruta costera en el sector de la Bahía de Caulín.

Los alcances y las metodologías a emplear en el estudio, cuyo marco normativo se encuentra en el Manual de Carreteras del MOP, en la Guía de Diseño Estructural de Pavimentos Para Caminos de Bajo Volumen de Tránsito y en el Instructivo de Caminos Básico Por Conservación, se desarrollaron a lo largo del presente estudio, el que contó con seis fases:

- Etapa 1 “Diagnóstico”
- Etapa 2 “Estudios de Base”
- Etapa 3 “Estudio de Demanda y Selección de Alternativas”
- Etapa 4 “Anteproyectos Preliminares”
- Etapa 5 “Evaluación Económica” y
- Etapa 6 “Informe Final”

El estudio concluyó con un anteproyecto vial (memorias y planos) de una alternativa de trazado que da continuidad a las Rutas W-120 y W-160, ella en conformidad a aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales; cautelando el patrimonio ambiental y turístico de la Bahía de Caulín.

1.3 VIALIDAD ACTUAL

La vialidad actual relevante en el área norte de la Isla Grande de Chiloé está formada por las siguientes rutas (sin orden de prevalencia en el que aparecen):

Figura N° 1-4
Red Vial Para Análisis



Fuente: Elaboración Propia.

2 ESTUDIOS DE BASE

Se desarrollaron 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 proyectar los flujos.

2.1 ENCUESTA 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 obtener, 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.

Tabla N° 2-1

Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino, T. Alta

PC	Ubicación	02- Feb	06- Feb	07- Feb	09- Feb	10- Feb	13- Feb	14- Feb
1	RUTA W-160, SURORIENTE CRUCE RUTA 5	X	X	X				
2	RUTA 5, ORIENTE CRUCE RUTA W-160	X	X	X		X	X	
3	RUTA W-140, AL SUR DE CAULIN				X		X	X
4	INTERSECCIÓN RUTAS W-120 Y W-130				X		X	X

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 2-2

Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino, T.Normal

PC	Ubicación	06- May	08- May	09- May	12- May	13- May	15- May	16- May	06- Jun
1	RUTA W-160, SURORIENTE CRUCE RUTA 5	X	X	X					
2	RUTA 5, ORIENTE CRUCE RUTA W-160	X	X	X	X				X
3	RUTA W-140, AL SUR DE CAULIN					X	X	X	
4	INTERSECCIÓN RUTAS W-120 Y W-130					X	X	X	

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente tabla indica el número de encuestas levantadas por tipo de vehículo, día tipo y temporada.

Tabla N° 2-3

Total de encuestas realizadas por tipo de vehículo, según categoría tipo de día

Tipo Día	Temporada Normal				Temporada Alta			
	VHL	C2E	C+2E	Total	VHL	C2E	C+2E	Total
Laboral	624	130	54	808	824	52	35	911
Fin de Semana	1.218	160	51	1.429	1.933	105	42	2.080
Total General	1.842	290	105	2.237	2.757	157	77	2.991

Fuente: Elaboración Propia.

2.2 FLUJOS

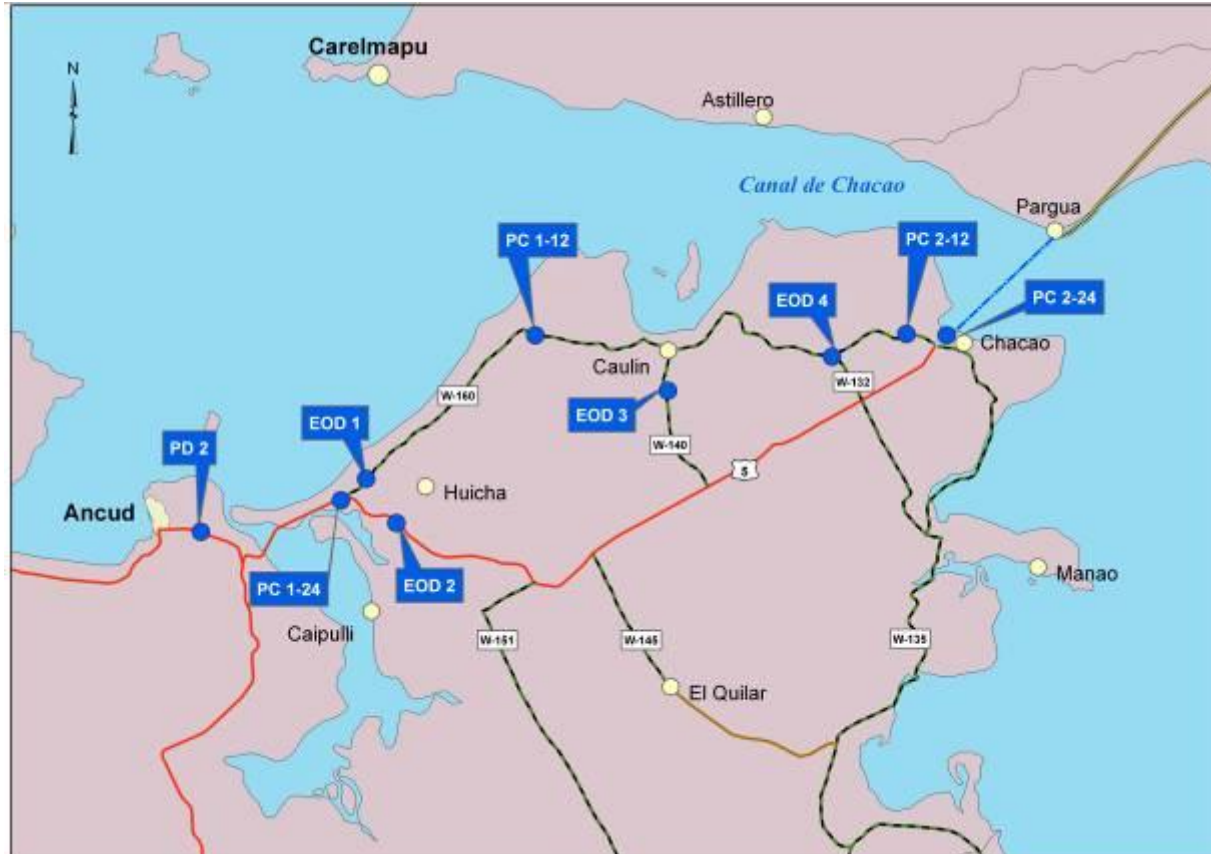
Se efectuaron mediciones diarias de flujos vehiculares en 4 puntos de control relevantes del área de estudio. En dos de estos puntos se realizaron mediciones continuas de 24 horas, y en los dos puntos restantes se realizaron mediciones periódicas de 12 horas. Las mediciones se ejecutaron en los meses de enero y febrero para la temporada alta y en mayo y junio para la temporada normal, ambas durante el año 2010. A esto se agrega los 4 puntos de medición aforados, en forma simultánea, al proceso de levantamiento de encuestas origen destino más uno adicional realizado en un punto de preferencias declaradas (solo para la temporada alta). En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos en el levantamiento de información de flujos vehiculares.

Tabla N° 2-4
Ubicación de aforos vehiculares periódicos y continuos. Ambas Temporadas.

PC	PUNTO DE CONTROL
PC 1-12	RUTA W-160, 5 km. AL PONIENTE DE CAULIN
PC 2-12	RUTA W-120 1 KM. AL PONIENTE DE CHACAO
PC 1-24	RUTA 5 - ORIENTE RUTA W-160 (CRUCE HUICHA)
PC 2-24	RUTA 5 / ACCESO CANAL DE CHACAO
PC EOD 1	RUTA W-160, NORORIENTE CRUCE RUTA 5
PC EOD 2	RUTA 5, 2 KM. AL SURORIENTE CRUCE RUTA W-160
PC EOD 3	RUTA W-140, 1,5 km. AL SUR DE CAULIN
PC EOD 4	INTERSECCION RUTAS W-120 Y W-132 (solo temporada alta)

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 2-1
Localización de los Puntos de Control de Aforos Vehiculares



Fuente: Elaboración Propia

En las tablas que se presentan a continuación se reporta en forma resumida la información medida para los distintos vehículos aforados.

Tabla N° 2-5
Total de Aforos Vehiculares por Punto de Control y Tipo de Vehículo Temporada Alta

PC	UBICACIÓN	Veh. Liv.	Cam. Simp.	Cam. Pes.	Buses	Total
1-12	Ruta W-160, suroriente cruce Ruta 5	685	82	29	4	800
2-12	Ruta W-160, entre W-132 y Chacao	110	4	1	10	125
1-24	Ruta 5 / Ruta W-160 (Cruce Huicha)	8.878	621	802	561	10.862
2-24	Ruta 5 / Acceso Canal de Chacao	5.695	511	979	554	7.739
EOD 1	Ruta W-160, nororiente cruce Ruta 5	706	87	32	4	829
EOD 2	Ruta 5, 2 km. Al suroriente cruce Ruta W-160	6.118	437	426	439	7.420
EOD 3	Ruta W-140, 1,5 km. Al sur de Caulín	376	49	8	18	451
EOD 4	Intersección Rutas W-120 Y W-132	466	16	1	17	500
PD 2	Acceso a Ancud, al Poniente cruce con Ruta 5	10.379	615	243	719	11.956
Total General		33.413	2.422	2.521	2.326	40.682

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 2-6
Total de Aforos Vehiculares por Punto de Control y Tipo de Vehículo en Temporada Normal

PC	UBICACIÓN	Veh. Liv.	Cam. Simp.	Cam. Pes.	Buses	Total
1-12	Ruta W-160, suroriente cruce Ruta 5	377	50	2	8	437
2-12	Ruta W-160, entre W-132 y Chacao	205	16	7	15	243
1-24	Ruta 5 / Ruta W-160 (Cruce Huicha)	6.322	960	818	440	8.540
2-24	Ruta 5 / Acceso Canal de Chacao	2.228	380	490	266	2.365
EOD 1	Ruta W-160, nororiente cruce Ruta 5	765	98	29	3	895
EOD 2	Ruta 5, 2 km. Al suroriente cruce Ruta W-160	3.488	541	518	328	4.875
EOD 3	Ruta W-140, 1,5 km. Al sur de Caulín	175	6	7	14	202
EOD 4	Intersección Rutas W-120 Y W-132	272	24	11	28	335
Total General		13.832	2.075	1.882	1.102	17.892

Fuente: Elaboración Propia.

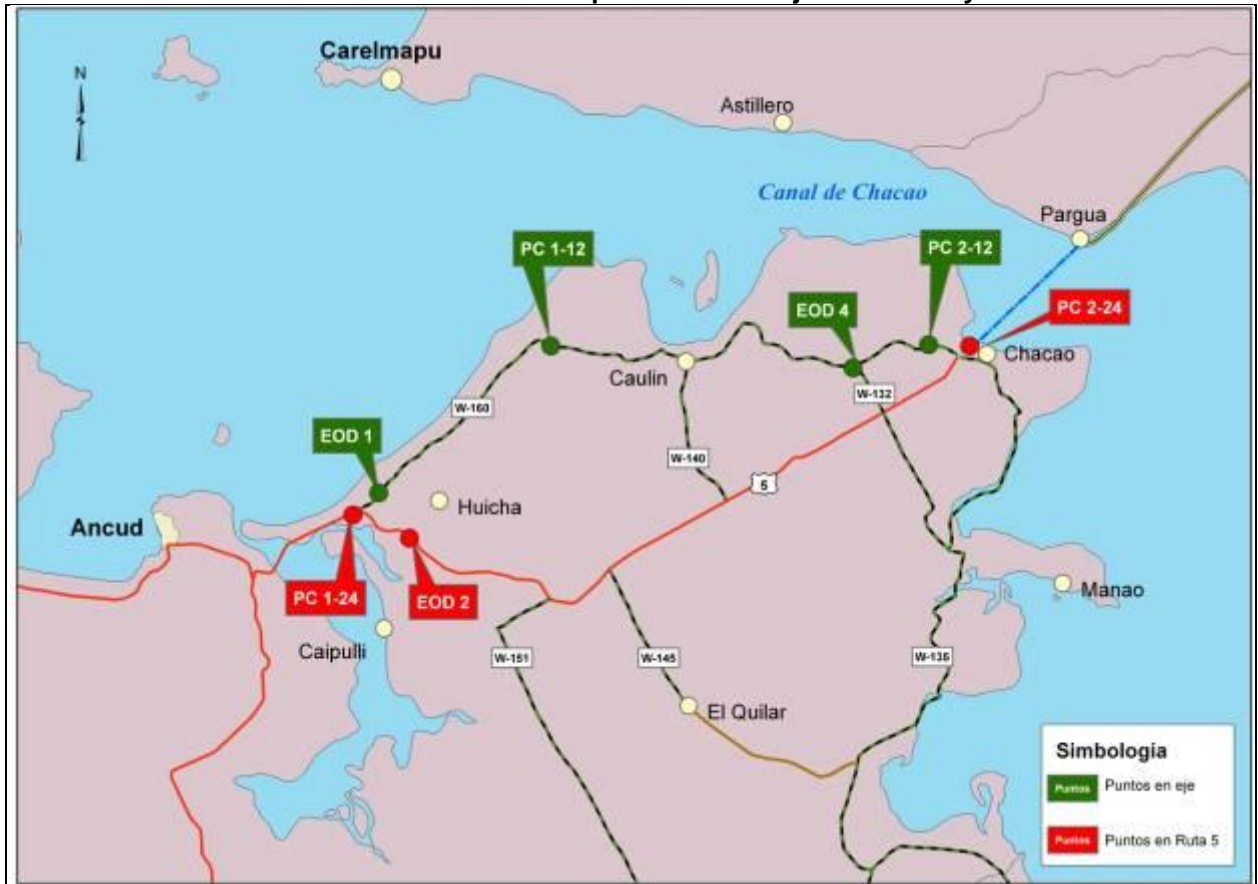
En la siguiente tabla se presentan los TMDA por tipo de vehículos en eje de estudio y ruta 5; valores que se obtienen de ambas temporadas cuya finalidad fue la de apreciar los distintos niveles de flujo en un tramo en particular.

Tabla N° 2-7
TMDA por tipo de vehículo en Eje de Estudio y Ruta 5

Descripción	P.C.	Veh. Liv.	C2E	C+2E	BUS
Eje W-160	EOD 01	300	46	20	1
	PC 1-12	186	30	6	4
Eje W-120	EOD 04	58	3	0	4
	PC 2-12	89	4	6	9
Ruta 5	PC 1-24 *	2.113	350	337	160
	PC 1-24	1.893	307	325	158
	EOD 02	1.891	296	320	156
	PC 2-24	982	198	272	100

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2-2
Ubicación de Puntos utilizados para TMDA en eje de estudio y Ruta 5



Fuente: Elaboración propia

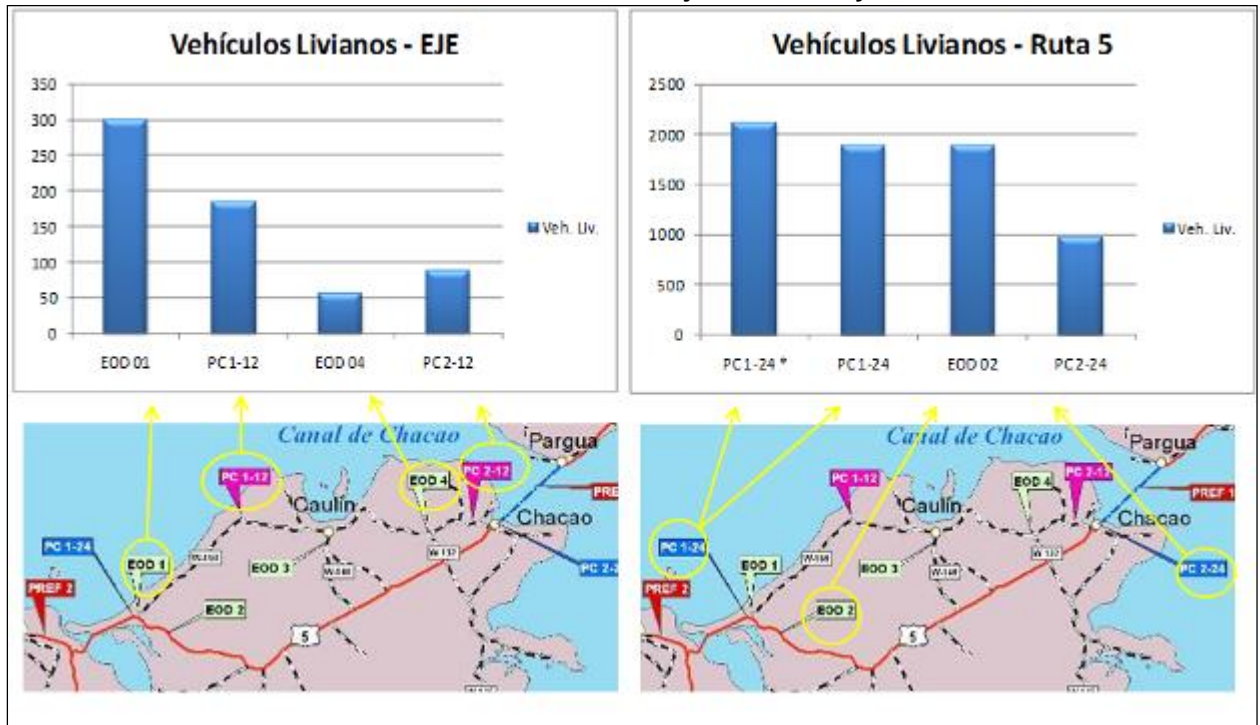
El Punto de Control PC 1-24*, corresponde al flujo existente en la Ruta W-160 al Sur-Poniente del lugar donde se realizó el aforo, mientras que el PC 1-24 corresponde al flujo en el tramo Oriente al punto donde se realizó el aforo.

De la tabla presentada anteriormente, se aprecia que los flujos en el Eje (W 160-120) son bajos en comparación a la Ruta 5 y, que el EOD 01 es el que mayor cantidad de flujo posee dada su cercanía con la Ruta 5 y Ancud.

A la vez, la cantidad de camiones y buses en el Eje son bastante menores, dado que éstos utilizan la Ruta 5 para realizar su trayecto, Este eje (W 160-120) puede ser utilizado como generador de carga, y no por flujos de paso.

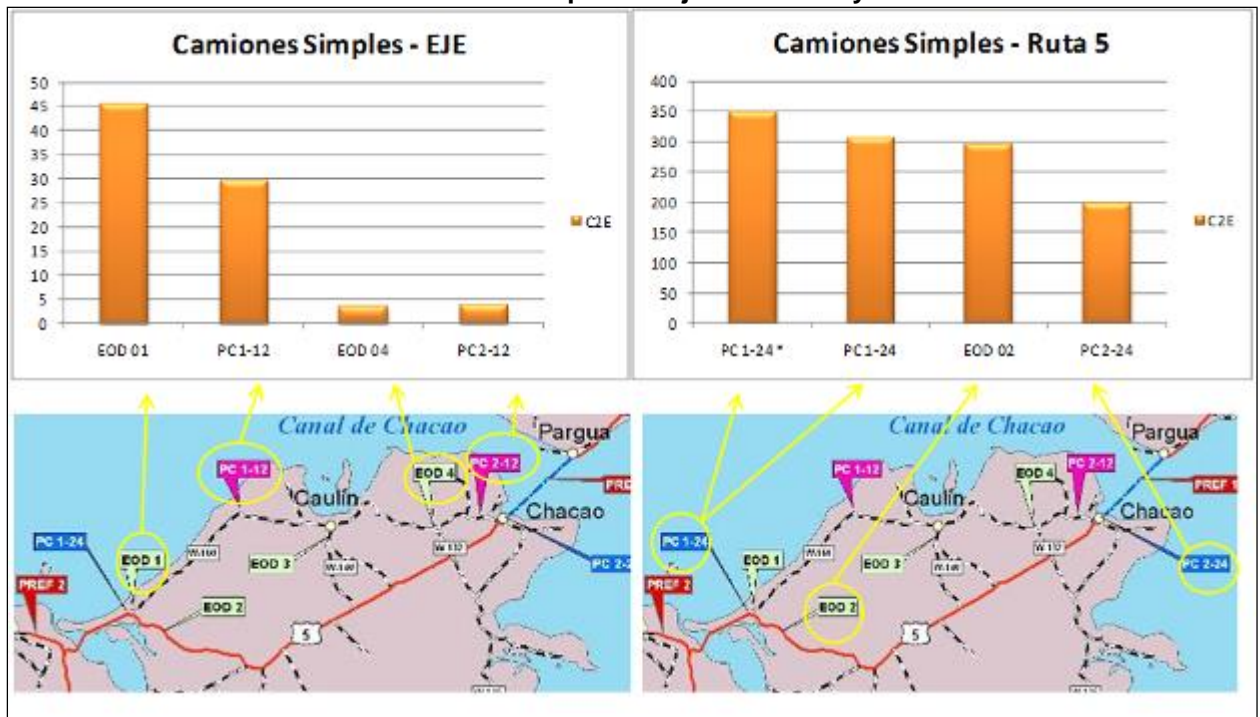
Para el caso de los puntos ubicados en la Ruta 5, el PC1-24* posee mayor flujo que el PC1-24 dado que parte del PC1-24* sigue su trayecto por la Ruta W-160, pero la mayor parte de éstos continúan por la Ruta 5.

Figura N° 2-3
TMDA Vehículos Livianos en eje de estudio y Ruta 5



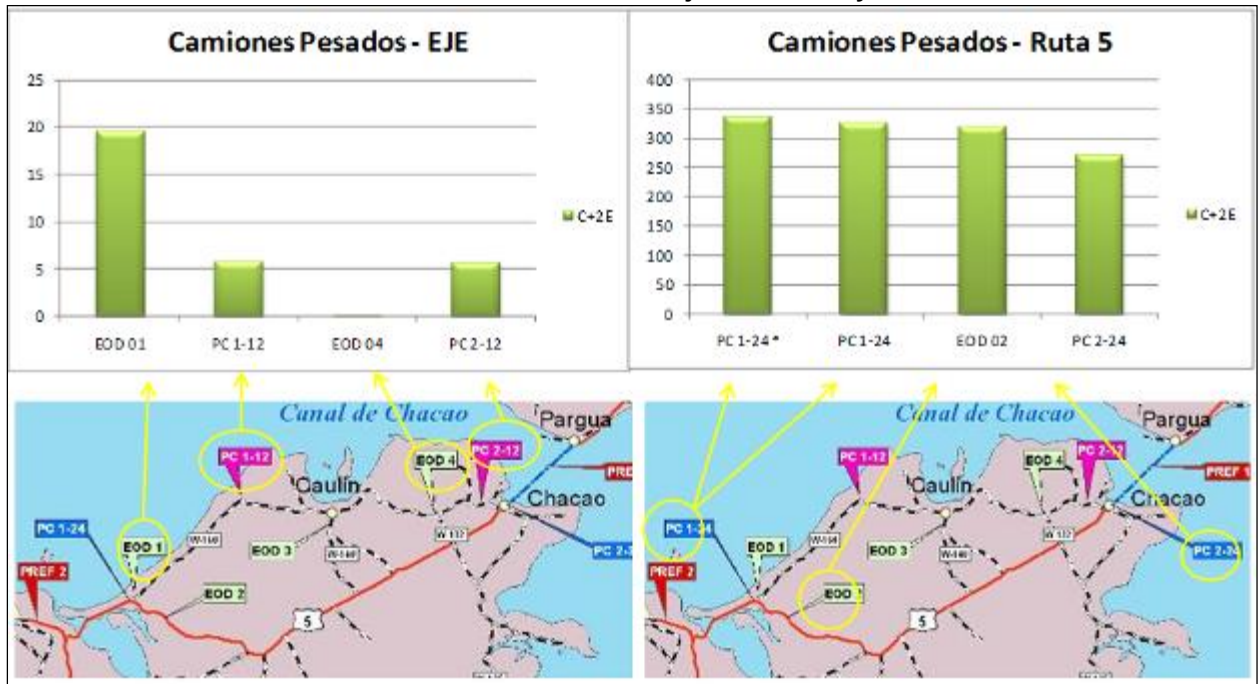
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2-4
TMDA Camiones Simples en eje de estudio y Ruta 5



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2-5
TMDA Camiones Pesados en eje de estudio y Ruta 5



Fuente: Elaboración propia

3 ESTUDIO DE DEMANDA: METODOLOGÍA Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN A LA RED

En este capítulo se presentan la metodología aplicada y los resultados obtenidos en la fase de implementación y calibración del modelo de asignación vehicular correspondiente a la red de simulación del proyecto. Como producto de esta fase se ha obtenido un modelo de asignación vehicular en plataforma computacional EMME/2, que logra representar la movilidad de los viajes en formato de matrices origen-destino, y los volúmenes de flujo vehiculares que operan en la actualidad en la red, a nivel de arco y tipo de vehículo, (vehículos livianos, camiones simples y camiones pesados) mediante una red de modelación.

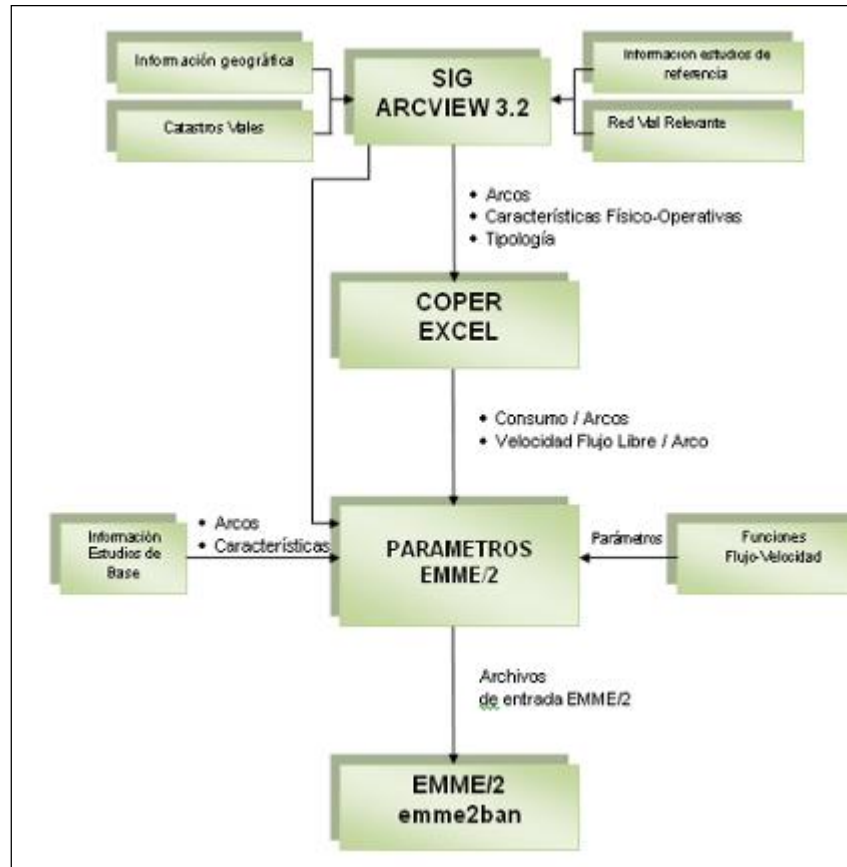
3.1 Codificación De La Red

Para la implementación computacional de la red de estudio, la información de base y de modelación se ha estructurado mediante la generación de las siguientes bases de datos, cada una asociada a un software de modelación.

- Sistema de Información Geográfica (SIG): Construido en formato ARCVIEW, concentra gran parte de la información de base de la red vial, desagregada a nivel de arcos. Incorpora datos de catastro tales como identificación de la ruta, longitud, características físico-operativas de los arcos y otros códigos de modelación, tales como la tipología y el código de función flujo-velocidad de cada arco. Cabe señalar que la codificación de la red de modelación se ha efectuado en el SIG.
- COPER: Planilla en formato Excel que permite calcular para cada arco de la red los costos operacionales y las velocidades por tipo de vehículo, en base a las formulaciones contenidas en el modelo HDM-4, adaptadas a la realidad chilena.
- ARCHIVOS DE PARAMETROS EMME/2: La información de red generada por el SIG y por COPER se codifica de manera de poder ser ingresada en el formato requerido por EMME/2. Esto significa una serie de archivos en formato plano que contienen los parámetros para ejecutar el modelo de asignación.
- EMME/2: Software de modelación de transporte empleado en el presente estudio. Permite realizar el proceso de asignación de la red, para obtener flujos vehiculares y costos de viaje. Para funcionar requiere formar una base de datos de transporte denominada EMME2BAN, la cual en el presente caso es proporcionada por el resto de las plataformas computacionales definidas en la estructura.

En la siguiente figura se indica cada plataforma computacional utilizada, los datos de ingreso y egreso, y la interacción con el resto de la estructura.

Figura N° 3-1
Estructura Conformación Red de Modelación



Fuente: Elaboración Propia

3.2 Modelo de Asignación

En esta sección, se emplean procedimientos para calibrar la red de modelación y así obtener las matrices origen destino de viajes, con lo cual se configura el modelo de asignación.

Funciones flujo velocidad

Para definir las funciones de flujo velocidad que caracterizan a los arcos de la red modelada, se ha separado el análisis en dos etapas. En una primera etapa se define la velocidad a flujo libre que caracteriza a cada arco, mientras que en una segunda etapa se define el resto de la forma funcional, particularmente aquella que hace disminuir la velocidad en función del flujo circulante.

a) Velocidad Flujo Libre

La velocidad a flujo libre en una vía interurbana depende de dos factores centrales. El primero corresponde a las características de diseño de la ruta (curvatura, pendiente) y el estado de conservación (rugosidad), temas que se encuentran recogidos en las formulaciones realizadas por el modelo COPER. En

este sentido, para la presente modelación se ha calculado la velocidad para cada arco de la red, y para cada tipo de vehículo, aplicando el modelo COPER, en su versión actualizada a partir de HDM4 y considerando para esto las características físico-operativas extraídas del catastro utilizado.

b) Dependencia del Flujo

Para incorporar la disminución de velocidad por el roce con el flujo circulante, se han considerado dos casos, el primero para vías pavimentadas de una pista por sentido, y el segundo para doble calzada por sentido.

- i. La velocidad depende del flujo en el arco: Lo cual está considerado al realizar n simulaciones con CRITAM, cada una con un flujo distinto. Se consideró además dos casos de estructura de flujo: con un 90% de vehículos livianos y con un 75% de vehículos livianos.
- ii. La velocidad depende de la geometría del camino: Para esto se generó un pool de datos con 4 tipos de geometría de caminos.

Para ambos casos, ya sea para el 90% o 75% de flujo de vehículos livianos se utilizó una función exponencial, debido a que esta fue la que mejor se ajustó a los resultados previamente obtenidos a través de las simulaciones con Critam 3.0.

c) Arcos caminos no pavimentados

Para esta categoría de arcos la velocidad se especifica en forma equivalente a lo establecido para el caso de calzada simple pavimentada, si bien se reconoce que en este tipo de caminos el flujo es menor, y por lo tanto no debieran existir mayores efectos de disminución de velocidad a causa del flujo.

Funciones de Costo y Criterio de Asignación

a) Vehículos Livianos

La asignación vehicular se lleva a cabo con el software EMME/2 aplicando un criterio multiusuario, lo cual está orientado a incorporar en el modelo de asignación el hecho de que la elección de ruta se encuentra condicionada a la percepción que tiene el usuario de las condiciones de las rutas alternativas, ya sean éstas el estándar de la ruta, la distancia o la tarifa en el caso de vías concesionadas. Particularmente se aplicará el criterio de que la elección de ruta pasa por una decisión de utilizar vías de diverso estándar y con la existencia de borde costero o no.

Para el caso de los vehículos livianos, en el presente estudio se ha decidido modelar el costo de viaje percibido por los usuarios de la red como una combinación de tiempo y costo de viaje y percepción ante distintos estándares

de ruta. A esto se agrega una categoría especial para los usuarios con propósito turismo, que si bien valoran los mismos atributos (tiempo, estándar), estas valoraciones poseen distinto peso con respecto a lo percibido por el resto de los usuarios.

b) Camiones Simples y Pesados

Para el caso de camiones, se ha considerado que el costo percibido para la asignación de ruta corresponde a la suma de tarifa y costo operacional (CO), obtenidos a partir de COPER. El costo operacional incluye todos los ítems de gasto, a excepción de la depreciación del vehículo.

Asignación Estocástica

Para aplicar un criterio de asignación de tipo estocástico – multiusuario, se utiliza el programa denominado M-E1.mac, el que consiste en la programación del algoritmo SUE (Sheffy, 1985, pág. 327) para el caso de una asignación del tipo multiusuario. El algoritmo SUE es un método de asignación estocástico de equilibrio de usuarios.

Consolidación de Matrices

El proceso de consolidación de matrices origen-destino está estrechamente vinculado a la etapa de calibración del modelo de asignación, y consiste en determinar una matriz única, por tipo de vehículo (automóviles y camiones), a partir de las encuestas origen-destino obtenidas en diversos puntos de la red. La construcción de dicha matriz única, debe evitar los dobles conteos y además debe ser capaz de reproducir los flujos observados en la red. La segunda condición se logra en la etapa de ajuste a partir de conteos, lo cual se explica posteriormente.

Los dobles conteos se producen al existir al menos dos puntos que controlen el mismo par origen-destino. Si dichos puntos se encuentran en serie, los viajes para ese par origen-destino, podrán ser promediados. Si por el contrario, se encuentran en paralelo bastará con sumarlos. Sin embargo, la diversidad de situaciones que puede producirse incluso en una red de mediana complejidad hace en general extremadamente laborioso el proceso de consolidación, esto es, obtener una matriz única a partir del conjunto de encuestas realizadas en diversos puntos de control.

Otro problema que debe ser superado por la consolidación de matrices es la existencia de celdas vacías, producto del elevado nivel de desagregación de las matrices (por un gran número de zonas o desagregación por tipo de producto o usuario). A este respecto, se debe mencionar dos tipos de celdas nulas:

- Cero medido o estructural: esta celda nula se debe a que la ubicación geográfica del punto de control no permite controlar viajes entre un determinado par de zonas.
- Cero muestra: el cual se debe a que la participación del par origen-destino, en el total de viajes controlados es muy baja lo cual deriva en una celda nula por consideraciones de muestreo.

Una manera comúnmente utilizada para evitar el problema de las celdas vacías consiste en promediar solamente aquellos viajes mayores a cero. Sin embargo, este método incurre en una sobreestimación de los viajes al no considerar las celdas nulas por muestreo.

Considerando estos inconvenientes, se plantea realizar la consolidación de encuestas utilizando la metodología propuesta por Gálvez et al (1996), la cual permite encontrar los mejores valores para las siguientes variables:

Sean:

λ_{ij} : Flujo real en vehículos por hora que circula desde la zona origen i a la zona destino j . Esta es la matriz consolidada que se requiere estimar. Corresponde a un período temporal y tipo de vehículo dado, pero por simplicidad han sido omitidos los subíndices correspondientes.

X_r : Flujo real en vehículos por hora que circula por el arco r . Es también un valor desconocido que se requiere estimar y corresponde a un período temporal y tipo de vehículo dado.

Entre estas variables existe la siguiente relación:

$$X_r = \sum_{ij} \lambda_{ij} \cdot p_{ijr}$$

donde, p_{ijr} representa la proporción del flujo desde la zona origen i a la zona destino j que pasa por el arco r . Esta probabilidad de elección es obtenida de la calibración de la red vial.

La estimación de estas variables deberá hacerse con la siguiente información:

- **Datos procedentes de las Encuestas Origen-Destino**

n_{ijk} : Número total de vehículos observados en el punto de control k con origen en la zona i y destino en la zona j .

t_k : Duración, en horas, de la encuesta Origen-Destino en el punto de control k .

m_k : Tasa de muestreo, esto es, proporción que representa el flujo encuestado en relación al flujo total en el punto de control k .

- **Datos procedentes de los conteos**

n_r : Número total de vehículos observados en el punto de conteo r .

t_r : Duración, en horas, del conteo en el punto de conteo r .

▪ Datos procedentes del modelo de asignación

P_{ij}^a : Proporción del flujo desde la zona origen i a la zona destino j que pasa por el arco a . Esta proporción es obtenida mediante el modelo de asignación.

Al combinar los datos procedentes de las encuestas Origen-Destino y los conteos vehiculares se tiene un problema de sobreinformación, esto es, hay más datos que incógnitas. Para resolver este tipo de problemas existen diversos métodos posibles, tales como regresión lineal múltiple, minimización de la función chi cuadrado, y máxima verosimilitud, de entre los cuales se ha elegido este último.

El método de máxima verosimilitud es una técnica de estimación que se emplea con frecuencia, porque posee múltiples propiedades asintóticas (por ejemplo, eficiencia y consistencia). El objetivo es encontrar el valor de población que mejor se ajuste a la muestra observada, es decir, el valor de la población hipotético más susceptible que, cualquier otro, de generar la muestra observada. Se puede demostrar que la solución es del siguiente tipo:

$$\langle \lambda_{ij} \rangle = \frac{\sum_k n_{ijk}}{\sum_k t_k \cdot m_k \cdot P_{ijk}}$$

Al aplicar EMME/2 utilizando un algoritmo de asignación como el descrito (estocástico de equilibrio), se obtiene la matriz de proporciones p_{ijk} , con lo cual es posible estimar una matriz de viajes consolidada. Esta matriz podrá ser modificada posteriormente (si se requiere) mediante un método de ajuste en base a conteos vehiculares.

Cabe señalar finalmente que el método descrito ha sido programado por el consultor y aplicado con éxito en diversos estudios ejecutados.

Cálculo de Matrices de Proporciones “Pijas”

Para realizar los procesos de consolidación y ajuste de matrices, es necesario aplicar un procedimiento que permita estimar las matrices de probabilidades P_{ij}^a , para cada arco involucrado en dicho proceso (un subconjunto del total de arcos de la red). En Emme/2 este cálculo se puede realizar a través de la opción denominada “*additional assignment demand*” (*aad*), que se puede activar en el momento de realizar una asignación estándar.

La opción *aad* permite rescatar de la última iteración de Frank Wolfe los flujos por rutas para cada par O/D, con lo que es posible obtener la matriz de proporciones para cierto arco predeterminado. Sin embargo, EMME/2 sólo permite obtener una matriz de proporciones P_{ij}^a por cada asignación, lo que significa que se deben realizar sucesivas asignaciones con el fin de rescatar cada una de las matrices de proporciones representativas de los arcos involucrados en el proceso de consolidación. Para resolver este problema se ha implementado un programa especial que permite rescatar las matrices de proporciones P_{ij}^a .

El proceso genera un conjunto de matrices adicionales M^{mm} que indica para cada celda qué arcos (sólo los marcados) se utilizaron en los viajes V_{ij} , para cada categoría m y en cada iteración n . Posteriormente, finalizado el proceso de asignación estocástica (Asigna.mac), mediante un programa adicional, se transforma el set M^{mm} en el formato usual de probabilidades P_{ij}^a .

3.3 Resultados

En primera instancia, se obtuvieron los flujos asignados de la situación actual, para cada uno de los vehículos en cuestión, es decir, vehículos livianos turistas y no turistas, así como para camiones simples y camiones pesados, cuyas cifras en TMDA se presentan en las siguientes figuras:

Figura N° 3-2
Flujo Asignado (TMDA) – Vehículos Turistas – Situación Actual



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 3-3
Flujo Asignado (TMDA) – Vehículos Livianos – Situación Actual



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 3-4
Flujo Asignado (TMDA) – Camiones Simples – Situación Actual



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 3-5
Flujo Asignado (TMDA) – Camiones Pesados – Situación Actual



Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, de acuerdo a la red de modelación realizada (Figura a continuación), se presentan los resultados obtenidos del proceso de ajuste.

Figura N° 3-6
Red de Modelación (Detalle)



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3-1
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste Vehículos Livianos Turistas (veh/hr)

Punto		Nodo		1.- Alta-Laboral		2.- Normal-Laboral		3.- Alta-Fin de Semana		4.- Normal-Fin de Semana	
EOD	Ubicación	Inicio	Término	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.
1	Ruta W-160 (Oriente cruce Ruta 5)	164	195	0,6	1,4	0,2	0,5	1,5	1,6	2,8	2,8
		195	164	1,2	2,1	0,1	0,3	3,1	3,1	1,4	1,4
2	Ruta 5 (Suorientada Ruta W-160)	191	195	59,7	59,5	1,8	2,0	60,1	59,8	4,7	4,7
		195	191	54,8	53,4	2,1	2,3	48,0	47,9	6,2	6,2
3	Ruta W-140 (Sur Caulín)	160	165	1,3	1,5	0,8	0,0	2,6	2,6	1,0	1,0
		165	160	2,1	2,2	0,1	0,0	3,6	3,6	0,4	0,4
4	Ruta W-120 (Cruce Ruta W-132)	120	125	1,2	1,2	0,1	0,1	1,8	1,8	0,3	0,4
		125	120	0,9	0,9	0,0	0,1	1,1	1,1	0,3	0,3
	Ruta W-132 (Cruce Ruta W-120)	125	105	0,5	0,7	0,1	0,1	0,5	0,5	0,6	0,6
		105	125	1,7	1,8	0,0	0,1	1,3	1,3	0,4	0,5
5	Ruta 5 (Embarque Canal de Chacao)	295	100	20,9	21,1	1,0	0,9	28,3	28,4	3,2	3,2
		100	295	19,5	25,2	0,9	0,8	19,9	19,9	3,6	3,6
6	Ruta W-160 (Poniente Caulín)	169	168	2,3	1,2	0,2	0,2	4,1	4,1	0,9	0,9
		168	169	2,5	1,8	0,2	0,2	5,1	5,1	1,0	1,0
7	Ruta W-120 (1 km al Poniente de Chacao)	115	104	1,6	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,6	0,4
		104	115	1,4	1,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3-2
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste Vehículos Livianos No Turistas (veh/h)

Punto		Nodo		1.- Alta-Laboral		2.- Normal-Laboral		3.- Alta-Fin de Semana		4.- Normal-Fin de Semana	
EOD	Ubicación	Inicio	Término	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.
1	Ruta W-160 (Oriente cruce Ruta 5)	164	195	6,7	6,7	7,3	7,3	8,5	8,5	8,5	8,5
		195	164	6,8	6,8	8,1	8,1	8,7	8,7	11,4	11,4
2	Ruta 5 (Suorientada Ruta W-160)	191	195	39,7	41,5	46,8	46,8	26,4	27,6	40,1	40,1
		195	191	38,5	40,3	48,6	48,6	24,1	25,2	44,8	44,8
3	Ruta W-140 (Sur Caulín)	160	165	3,7	3,6	2,0	2,0	2,7	2,7	1,6	1,6
		165	160	2,8	2,8	2,3	2,2	1,8	1,9	1,8	1,8
4	Ruta W-120 (Cruce Ruta W-132)	120	125	3,9	3,9	1,4	1,4	1,6	1,6	2,4	2,4
		125	120	1,9	2,2	1,7	1,7	2,8	2,8	2,4	2,4
	Ruta W-132 (Cruce Ruta W-120)	125	105	2,0	2,0	1,4	1,4	1,9	2,0	2,4	2,4
		105	125	2,6	2,5	1,3	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1
5	Ruta 5 (Embarque Canal de Chacao)	295	100	43,1	37,7	24,6	24,8	36,8	27,7	15,4	15,9
		100	295	40,1	36,5	21,1	21,3	25,9	24,5	17,3	18,0
6	Ruta W-160 (Poniente Caulín)	169	168	4,7	5,0	4,9	4,9	5,3	6,0	4,3	4,5
		168	169	5,2	5,6	4,3	4,4	6,6	7,5	4,7	4,9
7	Ruta W-120 (1 km al Poniente de Chacao)	115	104	3,2	3,4	2,7	2,7	0,0	0,1	2,9	3,0
		104	115	3,0	3,2	1,7	1,7	0,0	0,1	2,2	2,3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3-3
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste Camiones Simples (veh/hr)

EOD	Punto Ubicación	Nodo		1.- Alta-Laboral		2.- Normal-Laboral		3.- Alta-Fin de Semana		4.- Normal-Fin de Semana	
		Inicio	Término	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.
1	Ruta W-160 (Oriente cruce Ruta 5)	164	195	1,3	1,4	1,1	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2
		195	164	0,8	0,8	1,9	1,9	1,4	1,4	1,4	1,4
2	Ruta 5 (Suorientada Ruta W-160)	191	195	11,4	11,4	10,4	10,4	4,7	4,7	5,9	5,9
		195	191	8,2	8,2	10,3	10,3	3,8	3,8	6,3	6,3
3	Ruta W-140 (Sur Caulín)	160	165	1,7	1,6	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	0,2
		165	160	1,3	1,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
4	Ruta W-120 (Cruce Ruta W-132)	120	125	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
		125	120	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
	Ruta W-132 (Cruce Ruta W-120)	125	105	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2
5	Ruta 5 (Embarque Canal de Chacao)	295	100	7,3	7,3	7,7	7,7	3,0	3,0	1,7	1,7
		100	295	5,6	5,6	4,9	4,9	3,5	3,5	2,1	2,1
6	Ruta W-160 (Poniente Caulín)	169	168	1,3	1,1	1,0	0,6	1,3	1,2	0,5	0,4
		168	169	0,6	1,3	1,0	1,0	1,3	1,2	0,6	0,6
7	Ruta W-120 (1 km al Poniente de Chacao)	115	104	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
		104	115	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3-4
Comparación Flujos Observados / Modelados, Ajuste Camiones Pesados (veh/hr)

EOD	Punto Ubicación	Nodo		1.- Alta-Laboral		2.- Normal-Laboral		3.- Alta-Fin de Semana		4.- Normal-Fin de Semana	
		Inicio	Término	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.	Obs.	Mod.
1	Ruta W-160 (Oriente cruce Ruta 5)	164	195	1,0	1,0	0,6	0,6	0,1	0,1	0,5	0,5
		195	164	1,5	1,5	0,4	0,4	0,0	0,0	0,2	0,2
2	Ruta 5 (Suorientada Ruta W-160)	191	195	7,0	7,0	9,6	9,6	5,2	5,2	5,4	5,4
		195	191	10,1	10,0	11,7	11,4	4,0	4,0	5,6	5,6
3	Ruta W-140 (Sur Caulín)	160	165	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
		165	160	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
4	Ruta W-120 (Cruce Ruta W-132)	120	125	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
		125	120	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0
	Ruta W-132 (Cruce Ruta W-120)	125	105	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
5	Ruta 5 (Embarque Canal de Chacao)	295	100	10,0	10,0	7,7	7,7	7,5	7,5	2,3	2,3
		100	295	10,2	10,3	4,9	5,5	5,0	5,0	1,6	1,6
6	Ruta W-160 (Poniente Caulín)	169	168	1,0	1,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
		168	169	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Ruta W-120 (1 km al Poniente de Chacao)	115	104	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
		104	115	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3-5
Indicadores de Ajuste Flujos Observados / Modelados Matrices Ajustadas

Períodos	1	2	3	4
Vehículos Livianos Turistas				
Coefficiente R2	0,99	0,89	1,00	1,00
Pendiente	1,00	0,88	1,00	1,00
Intersección	- 0,22	0,06	- 0,02	0,01
Vehículos Livianos No Turistas				
Coefficiente R2	0,99	1,00	0,96	1,00
Pendiente	1,03	1,00	1,09	1,00
Intersección	- 0,20	- 0,04	- 0,46	- 0,09
Camiones Simples				
Coefficiente R2	1,00	1,00	1,00	1,00
Pendiente	0,99	1,00	1,00	1,00
Intersección	0,07	0,03	- 0,00	- 0,09
Camiones Pesados				
Coefficiente R2	1,00	1,00	1,00	1,00
Pendiente	1,00	1,00	1,00	0,99
Intersección	0,01	- 0,02	0,02	0,03

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados anteriores demuestran que se logró un mayor ajuste del modelo de asignación, tanto para los puntos de expansión (encuestas) como para los de control adicional. Con esto, se posee un modelo de asignación calibrado y matrices de viajes representativas de cada período, categoría de usuario (vehículos livianos no turistas) y tipo de vehículo.

La zonificación adoptada para la modelación es la siguiente.

Figura N° 3-7
Zonificación Adoptada



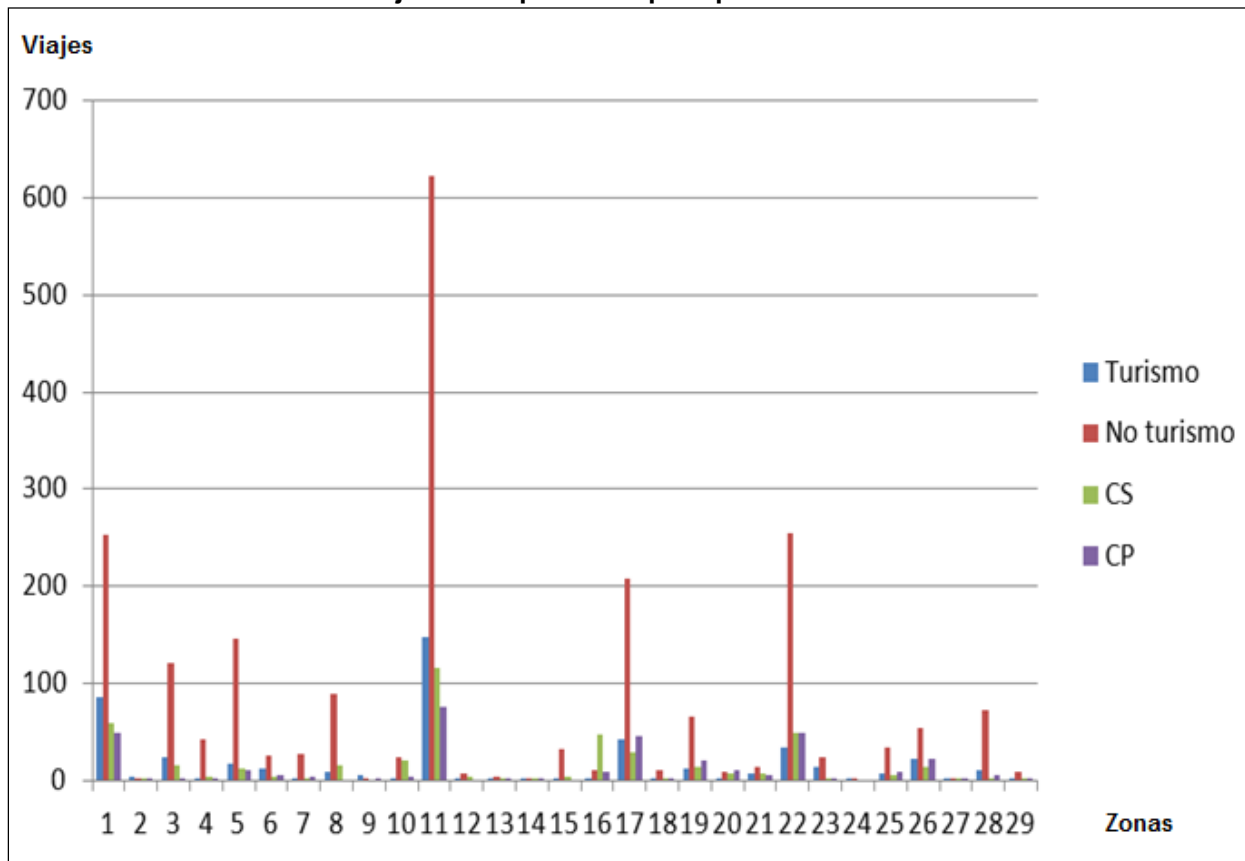
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan las principales características de las matrices Origen-Destino obtenidas en el proceso de consolidación y ajuste.

El siguiente gráfico presenta el número de viajes promedio diario de cada zona por tipo de vehículo, se debe hacer notar que esta matriz no considera los viajes entre Ancud y Castro pues no existió un punto de encuesta al sur de Ancud. Además, se incorpora la

figura de la zonificación adoptada para poder entender y asociar los datos expuestos en la figura con resultados de los viajes diarios por zona.

Figura N° 3-8
Viajes diario promedio por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se presentan los viajes totales por categoría y periodo, se puede apreciar que los flujos de vehículos livianos motivo turismo son mucho más altos en temporada alta, siendo muy similares entre un día laboral y el fin de semana.

Tabla N° 3-6
Viajes por categoría y período

Periodo	Unidad	Vehículos Livianos				CS	CP
		Turismo	Cat 1	Cat 2	Cat 3		
Alta Laboral	Veh/hora	122.33	43.39	41.66	43.24	24.21	25.10
Normal Laboral	Veh/hora	6.03	33.53	37.58	62.72	31.93	23.32
Alta FDS	Veh/hora	126.77	22.32	27.80	45.38	13.95	12.78
NormalFDS	Veh/hora	19.06	28.31	37.85	60.01	15.54	11.66
Promedio	Veh/día	470.72	549.65	629.21	985.94	439.11	338.26

Fuente: Elaboración Propia

3.4 PROYECCIÓN DE VIAJES Y SISTEMA DE ACTIVIDADES

3.4.1 Modelación Variables Explicativas

Producto Interno Bruto

La proyección de variables como el PIB con modelos convencionales es un proceso complejo, debido a que se trata de una variable macroeconómica que es dependiente de variados parámetros.

Existen diversos modelos de proyección del PIB, uno de ellos es el modelo de tendencia lineal que, no es el único posible y, de hecho, es un comportamiento que quizá no se quisiera imponer a la tendencia de una variable concreta como el PIB, si fuera precisamente la tendencia el objeto central del análisis posterior. En definitiva un modelo de tendencia lineal crece siempre a la misma tasa, y quizá se desearía distinguir entre tasas de crecimiento de un mayor número de años. Esta dificultad se soluciona con un modelo cuadrático de tendencia (que es el utilizado en este documento para proyectar el PIB), pues la trayectoria temporal que el modelo implica para el componente tendencial, ya no sigue una recta, sino una curva cóncava o convexa, dependiendo del signo de los parámetros estimados, lo cual puede parecer bastante más aceptable para muchas variables económicas. Para ello, se especifica una función de regresión de la variable original sobre una constante, una tendencia lineal y una tendencia al cuadrado, quedando de forma genérica de la siguiente forma:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * t + \beta_2 * t^2$$

Si el coeficiente estimado β_2 es de signo positivo, este modelo impone una tendencia convexa, con una tasa de crecimiento para la variable que es mayor según pasa el tiempo. Si por el contrario el valor numérico estimado para dicho coeficiente es negativo, entonces perfil correspondiente para la evolución tendencial de la variable es cóncavo, con un crecimiento que fue inicialmente mayor, pero que disminuye conforme pasa el tiempo. Este caso representa un comportamiento generalmente más aceptable que el lineal. Sin embargo se utilizó este modelo para estimar el crecimiento del PIB, lo cual entregó valores poco razonables.

Dado que este modelo, entrega cifras poco realistas y razonables, ya que la tasa de crecimiento del PIB no debiese disminuir del 3% anual promedio en el largo plazo (independientemente de que un año particular el PIB sea menor al 3%, en promedio no debería ser menor al 3%), se ha decidido utilizar tasas de crecimiento obtenidas a través del “Acta de Resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial” con fecha del 31 de Agosto del 2009. Las tasas corresponden a:

Tabla N° 3-7
Tasas de Crecimiento PIB

Periodo	Tasa
2008-2009	3.90%
2009-2010	4.20%
2010-2011	4.30%
2011-2012	4.40%
2012-2013	4.50%
2013-2014	4.50%

Fuente: Acta de resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial

Para la serie siguiente, correspondiente al periodo 2014 – 2030, se han utilizado tasas medias que fueron extraídas del “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento Habilitación Troncal Ruta Interlagos”. Estas tasas son:

- 2014 – 2020: 4,0%
- 2020 – 2030: 3,5%

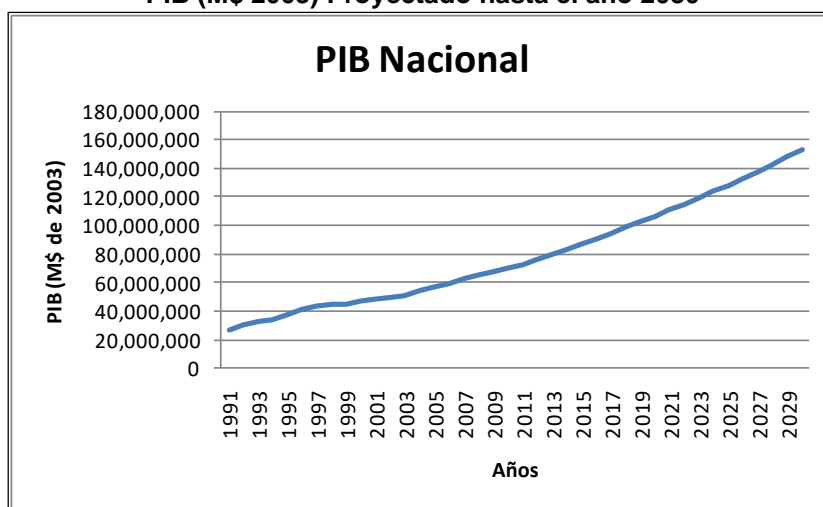
A partir de los antecedentes expuestos, la proyección del PIB es la siguiente:

Tabla N° 3-8
PIB (M\$ de 2003) y Tasas de Proyección hasta el año 2030

Año	PIB Nacional (M\$ de 2003)	Tasa de Crecimiento	Año	PIB Nacional (M\$ de 2003)	Tasa de Crecimiento
2009	67,166,183	3.90%	2020	106,271,266	4.00%
2010	69,987,163	4.20%	2021	110,425,506	3.90%
2011	72,996,611	4.30%	2022	114,691,946	3.90%
2012	76,208,462	4.40%	2023	119,071,093	3.80%
2013	79,637,842	4.50%	2024	123,563,321	3.80%
2014	83,221,545	4.50%	2025	128,168,863	3.70%
2015	86,883,293	4.40%	2026	132,887,808	3.70%
2016	90,619,275	4.30%	2027	137,720,091	3.60%
2017	94,425,284	4.20%	2028	142,665,495	3.60%
2018	98,296,721	4.10%	2029	147,723,635	3.50%
2019	102,228,590	4.00%	2030	152,893,962	3.50%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Central y Acta de Resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial

Figura N° 3-9
PIB (M\$ 2003) Proyectado hasta el año 2030



Fuente: Elaboración propia

Ingreso

Se ha supuesto que el ingreso per cápita crece a la misma tasa que el PIB Nacional, por esto utilizando la proyección del PIB, se puede obtener los crecimientos del ingreso de las personas.

Tabla N° 3-9
Ingreso por Zona (\$ 2006)

Zona	Provincia	Comuna	Distrito	2006	2010	2015	2020	2030
1	Chiloé	Ancud	Chacao Nor Poniente	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
2	Chiloé	Ancud	Chacao Nor Oriente	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
3	Chiloé	Ancud	Pugueñún Sur Oriente	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
4	Chiloé	Ancud	Pugueñún Norte	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
5	Chiloé	Ancud	Pugueñún Sur Poniente	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
6	Chiloé	Ancud	Pumanzano Nor Poniente	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
7	Chiloé	Ancud	Pumanzano Nor Oriente	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
8	Chiloé	Ancud	Pumanzano Sur	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
9	Chiloé	Ancud	Quempillen Norte	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
10	Chiloé	Ancud	Quempillen Sur	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
11	Chiloé	Ancud	Distritos: Intendencia - Cuarteles	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
12	Chiloé	Ancud	Distritos: Calle - Pilluco - Coipomo	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
13	Chiloé	Ancud	Degañ	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
14	Chiloé	Ancud	Puntra	606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
15	Chiloé	Quemchi	Lliuco	461,609	540,017	682,042	822,542	1,126,883
16	Chiloé	Quemchi	Distritos: Aucar - Butachauques - Caucahue - Colu - Lliuco - Mechuque - Quemchi - Tac - Tenaun	461,609	540,017	682,042	822,542	1,126,883
17	Chiloé	Castro	Todos los Distritos	630,740	737,877	931,938	1,123,917	1,539,767
17	Chiloé	Dalcahue	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
18	Chiloé	Curaco de Vélez	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
18	Chiloé	Puqueldón	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
18	Chiloé	Quinchao	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
19	Chiloé	Chonchi	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
19	Chiloé	Queilén	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
19	Chiloé	Quellón	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
20	Llanquihue	Calbuco	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
21	Llanquihue	Comunas: Fresia - Frutillar - Los Muermos - Llanquihue - Maullín	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
22	Llanquihue	Puerto Montt	Todos los Distritos	655,913	767,325	969,132	1,168,773	1,601,219
23	Llanquihue	Comunas: Cochamó - Puerto Varas	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
24	Palena	Todas	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
25	Osorno	Todas	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
26	Norte	Todas desde Valdivia hasta Arica	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
27	Sur	Todas desde Palena e Isla de Chiloé al Sur	Todos los Distritos	620,475	725,868	916,771	1,105,626	1,514,708
28	CHACAO Poniente			606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275
29	CAULIN 2			606,370	709,367	895,931	1,080,492	1,480,275

Fuente: Casen

Población

Se ha considerado las proyecciones de Población del INE, las cuales están a nivel Comunal.

Tabla N° 3-10
Población Comunal por Zona

Zona	Provincia	Comuna	Distrito	2010	2015	2020	2030
1	Chiloé	Ancud	Chacao Nor Poniente	42.071	42.251	42.028	42.071
2	Chiloé	Ancud	Chacao Nor Oriente	42.071	42.251	42.028	42.071
3	Chiloé	Ancud	Pugueñún Sur Oriente	42.071	42.251	42.028	42.071
4	Chiloé	Ancud	Pugueñún Norte	42.071	42.251	42.028	42.071
5	Chiloé	Ancud	Pugueñún Sur Poniente	42.071	42.251	42.028	42.071
6	Chiloé	Ancud	Pumanzano Nor Poniente	42.071	42.251	42.028	42.071
7	Chiloé	Ancud	Pumanzano Nor Oriente	42.071	42.251	42.028	42.071
8	Chiloé	Ancud	Pumanzano Sur	42.071	42.251	42.028	42.071
9	Chiloé	Ancud	Quempillen Norte	42.071	42.251	42.028	42.071
10	Chiloé	Ancud	Quempillen Sur	42.071	42.251	42.028	42.071
11	Chiloé	Ancud	Distritos: Intendencia - Cuarteles	42.071	42.251	42.028	42.071
12	Chiloé	Ancud	Distritos: Calle - Pilluco - Coipomo	42.071	42.251	42.028	42.071
13	Chiloé	Ancud	Degañ	42.071	42.251	42.028	42.071
14	Chiloé	Ancud	Puntra	42.071	42.251	42.028	42.071
15	Chiloé	Quemchi	Lliuco	9.230	9.311	9.344	9.230
16	Chiloé	Quemchi	Distritos: Aucar - Butachauques - Caucahue - Colu - Lliuco - Mechuque - Quemchi - Tac - Tenaun	9.230	9.311	9.344	9.230
17	Chiloé	Castro	Todos los Distritos	51.893	57.985	64.276	51.893
17	Chiloé	Dalcahue	Todos los Distritos	14.964	17.325	19.868	14.964
18	Chiloé	Curaco de Vélez	Todos los Distritos	3.930	4.172	4.395	3.930
18	Chiloé	Puqueldón	Todos los Distritos	4.075	3.943	3.792	4.075
18	Chiloé	Quinchao	Todos los Distritos	9.029	8.859	8.608	9.029
19	Chiloé	Chonchi	Todos los Distritos	14.842	15.757	16.559	14.842
22	Llanquihue	Puerto Montt	Todos los Distritos	236.693	267.360	298.617	236.693
25	Osorno	Todas	Todos los Distritos	163.257	168.836	172.739	163.257
28	CHACAO Poniente			42.071	42.251	42.028	42.071
29	CAULIN 2			42.071	42.251	42.028	42.071

Fuente: INE

Resultados

Al aplicar los modelos según los criterios mencionados en las secciones anteriores, se puede obtener las matrices de viajes proyectadas en el horizonte de evaluación del proyecto.

En resumen, para los vehículos livianos propósito no turismo se utiliza el modelo de demanda directa, el cual a su vez depende de la población y el nivel de ingreso de cada zona involucrada en el estudio. Como se observa en las tablas anteriores, los crecimientos proyectados de población en algunas zonas son nulos, lo cual afecta el crecimiento estimado de los viajes, el cual se sustenta sólo en el crecimiento del ingreso en la zona.

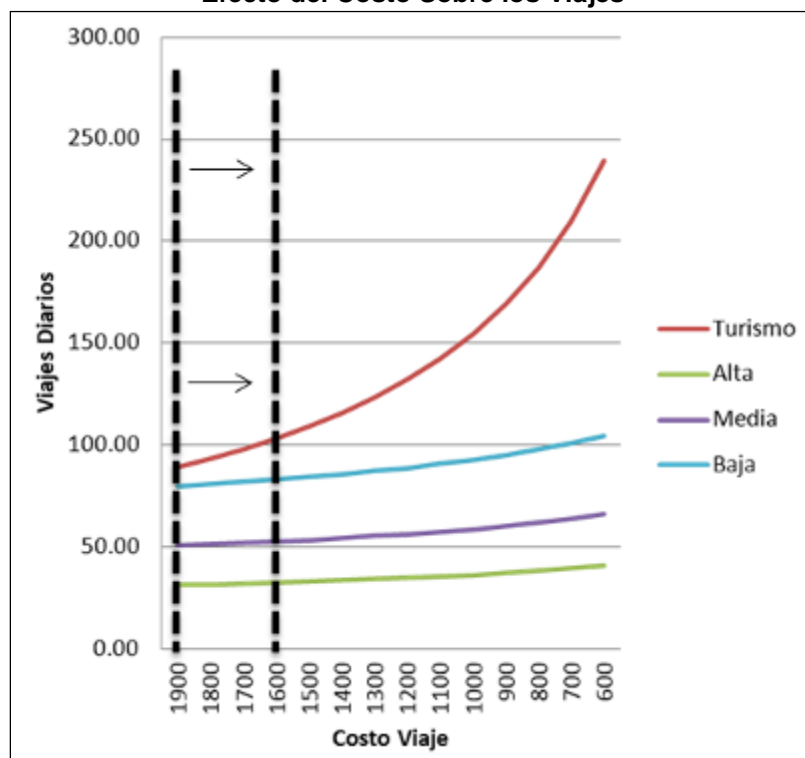
La cantidad de viajes depende además del costo de viaje, el cual en este caso disminuye para algunos pares de zonas, producto de la implementación del proyecto.

Para el caso de los usuarios de vehículos con propósito turismo, la proyección se realiza de forma similar al caso anterior, con la diferencia de que los modelos estimados muestran una mayor sensibilidad al costo de viaje. Esto significa que al pavimentar el camino el aumento de los viajes por turismo será más significativo, con respecto a los usuarios de tipo no turista. Lo anterior se grafica en la figura que se presenta a continuación, donde se presenta las curvas de demanda en función del costo para los dos tipos de usuarios (turista y no turista).

En el caso de la carga, se ha hecho uso de los modelos de crecimiento que relacionan el flujo con el PIB, descritos anteriormente. Estas tasas de crecimiento globales se han aplicado a las matrices de viajes calibradas para la situación actual, obteniéndose así las matrices proyectadas.

Finalmente, en el escenario de que se construya el Puente sobre el Canal Chacao, se ha incorporado un crecimiento en la demanda de viajes para aquellas zonas que generan viajes dentro de la matriz, ubicadas al norte del canal. Fuentes de estudios de concesiones han estimado que la inducción de tráfico no superará el 5% con respecto a la tendencia, por lo cual esta cifra es la que se ha empleado en el presente estudio, incluyéndola a partir del año 2020. Los resultados con y sin puente son bastante similares y no impactan mayormente a los flujos que utilizan la ruta estudiada, por lo cual su influencia en los resultados es prácticamente irrelevante.

Figura N° 3-10
Efecto del Costo Sobre los Viajes



Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla presenta un resumen con los flujos totales por tipo de vehículo, categoría y corte temporal

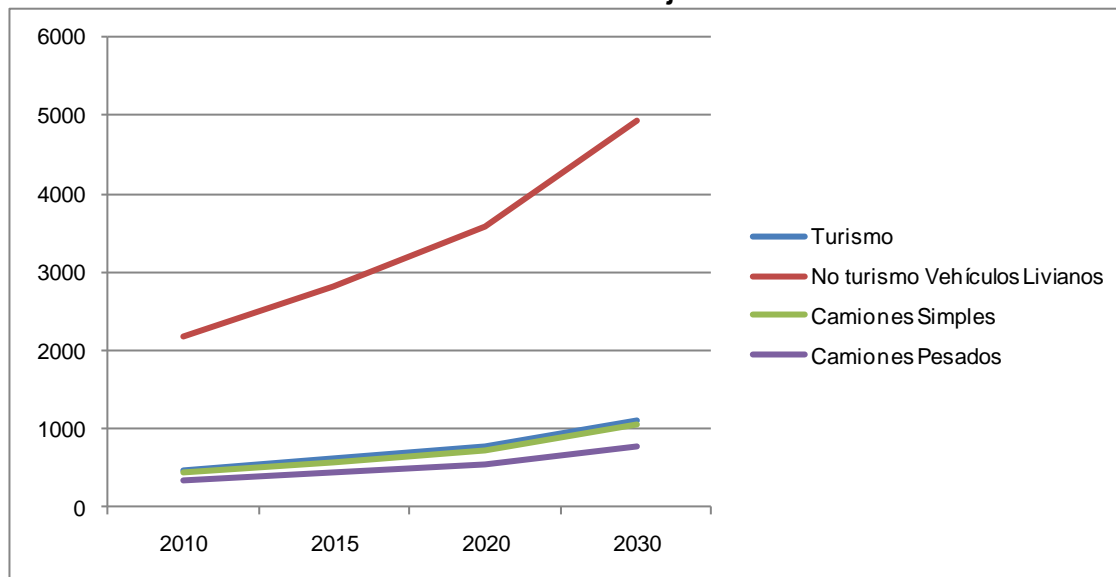
Tabla N° 3-11
Viajes totales proyectados hasta el año 2030

Periodo	Unidad	Turismo	Cat 1	Cat 2	Cat 3	CS	CP
2010							
Alta Laboral	Veh/hr	122,33	43,39	41,66	43,24	24,21	25,1
Normal Laboral	Veh/hr	6,03	33,53	37,58	62,72	31,93	23,32
Alta FDS	Veh/hr	126,77	22,32	27,8	45,38	13,95	12,78
Normal FDS	Veh/hr	19,06	28,31	37,85	60,01	15,54	11,66
2015							
Alta Laboral	Veh/hr	158,9	56,6	54,0	55,5	31,1	32,6
Normal Laboral	Veh/hr	7,9	43,6	48,8	81,4	41,2	29,8
Alta FDS	Veh/hr	164,1	28,9	36,2	58,3	17,9	16,4
Normal FDS	Veh/hr	24,5	36,5	48,3	77,2	20,0	15,2
2020							
Alta Laboral	Veh/hr	195,7	72,9	69,1	71,0	39,5	41,6
Normal Laboral	Veh/hr	10,0	55,8	62,5	104,3	52,1	37,8
Alta FDS	Veh/hr	211,5	36,9	46,2	75,5	22,8	20,9
Normal FDS	Veh/hr	31,2	47,1	62,0	97,9	25,5	19,7
2030							
Alta Laboral	Veh/hr	281,6	105,8	93,2	102,3	56,0	61,1
Normal Laboral	Veh/hr	14,7	75,4	85,5	142,3	76,5	51,1
Alta FDS	Veh/hr	298,8	53,2	67,9	103,1	33,3	30,0
Normal FDS	Veh/hr	45,9	65,6	87,1	131,9	36,5	27,6

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente, el crecimiento estimado de los viajes se puede visualizar en las siguientes figuras.

Figura N° 3-11
Crecimiento de Viajes



Fuente: Elaboración propia

4 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

4.1 RESTITUCIÓN Y LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

En el presente estudio se realizó una restitución aerofotogramétrica escala 1:5.000 con vuelo especial para el área en estudio y levantamientos topográficos terrestres escala 1:1.000 en el sector de la Bahía de Caulín.

4.1.1 Restitución

Para el Sector de Huicha, Caulín y Chacao, Provincia de Chiloé, Región de los Lagos. Se realizó el Apoyo Terrestre de los Puntos Estereoscópicos para la obtención de un Levantamiento Aerofotogramétrico Escala 1:5.000, del área en estudio, con vuelo.

4.1.1.1 Objetivo General

Se realizó un Levantamiento Aerofotogramétrico a escala 1:5.000 del Sector Caulín, Provincia de Chiloé, para el Estudio de Preinversión Construcción Conexión Vial Rutas W-120-160. Para ello, se efectuó un control terrestre de todos los puntos estereoscópicos necesarios según el área comprendida para su restitución digital.

4.1.1.2 Objetivos Específicos

- Apoyo Aerofotogramétrico de un Nuevo Vuelo B/N escala 1:15.000 y restitución digital escala 1:5000.
- Realizar las mediciones GPS Geodésicas Diferenciales de las líneas bases que definen cada punto estereoscópico, Datum de Origen Geodésico SIRGAS (WGS-84).
- Efectuar una Red de Vinculación Geodésica GPS y una red vértices GPS cada (1) un kilómetro para el control topográfico Ruta W160-120.
- Calcular a través del programa de Postproceso los resultados estadísticos de las líneas bases GPS y posteriormente realizar el cierre o ajuste compensando de la poligonal de vinculación geodésica.
- Determinar las Coordenadas Geográficas/UTM de los vértices y puntos estereoscópicos a través del sistema de posicionamiento GPS Diferencial, en la proyección Universal Transversal de Mercator UTM Sur Huso 18.
- Entregar las coordenadas Planas UTM (Norte, Este y Altura) de los vértices GPS materializados en terreno y de los puntos estereoscópicos a objeto de realizar la Restitución Fotogramétrica Digital.
- Generar la cartografía solicitada a escala 1:5.000 del Sector Huicha, Caulín y Chacao.

4.1.1.3 Estereorestitución Fotogramétrica

4.1.1.3.1 Generalidades.

Para la obtención de la cartografía a escala 1:5.000, se consideró la utilización de las fotografías aéreas B/N, producto del vuelo a escala 1:15.000, del sector planificado.

Para este Proyecto, la **Fotogrametría** suministra información de tipo cuantitativa exacta, para lo cual se emplean procedimientos y equipos métricos precisos.

4.1.2 Levantamientos Topográficos

4.1.2.1 Generalidades

En los acápite siguientes se detallan los procedimientos, precisiones y resultados de las labores topográficas ejecutadas en terreno dentro del programa de Estudio de Pre inversión Conexión Vial Rutas W-120-160. Sector Caulín, provincia de Chiloé, Región de los Ríos.

Los estudios topográficos se ajustaron a las normativas dispuestas en las Especificaciones Técnicas Topográficas ETT-DOH.

4.1.2.1.1 Alcance de los trabajos

Los trabajos realizados fueron los siguientes:

- Sistema de transporte de coordenadas
- Levantamiento Topográfico Escala 1:1000 de la Bahía de Caulín.

4.1.2.1.2 Características del área a levantar

El sector donde se realizaron las labores topográficas corresponde al sector costero playa de Caulín en una longitud aproximada de 3 Km. Con un ancho aproximado de 130 metros

4.1.2.2 Sistema de referencia geodésico

4.1.2.2.1 Sistema de referencia

Los trabajos están referidos al Sistema Geodésico WGS-84.

Ligados al punto SIRGAS IGM La Antena, estas labores fueron desarrolladas por la empresa Geocen, las características del sistema de transporte de coordenadas su ubicación materialización y cálculo coordinado esta informado en la etapa de restitución Aerofotogramétrica del área en estudio las coordenadas son las siguientes:

El sistema de transporte de coordenadas está constituido por 25 puntos solo se presentaremos los vértices de nuestra zona de interés playa Caulín

	Coordenada Norte UTM	Coordenada Este UTM
Estación		
W160-13	5368894.15	613119.208
W160-14	5368362.543	614019.723
W160-15	5368777.382	614739.78
W160-16	5369510.834	615462.284

Las coordenadas UTM informadas por Geocen son UTM no reducidas para las labores topográficas tradicionales.

4.1.2.2.2 Sistema de apoyo topográfico

4.1.2.2.2.1 Sistema de Transporte de Coordenadas.

El Sistema de Transporte de Coordenadas corresponde al informado anteriormente, nuestro tramo está cubierto por los puntos 160-13, 160-14, 160-15, 160-16, correspondiente a monolitos de hormigón de 0,30x0,30 metros, materializados entre 700 y 1000 metros aproximadamente. Cubriendo toda el área de estudio para todas las labores topográficas y futuros replanteos.

Para las labores de topografía tradicional se deben reducir las coordenadas informadas anteriormente a coordenadas LTM-PTL.

4.1.2.2.2.2 Sistema de proyección cartográfica

La proyección cartográfica empleada corresponde a un Sistema Local Transversal de Mercator (LTM) que considera un huso de 1° , lo que la hace adecuada para representar levantamientos de terreno en escala grande. La elevación snmm del Plano Topográfico Local (PTL), seleccionado para la proyección plana del levantamiento debe ser tal que todos los puntos del terreno presenten elevaciones comprendidas en el rango de ± 300 m respecto de la del PTL, concordante con el orden de Control Secundario correspondiente al estudio.

En este caso el relieve del terreno se presenta sin significativos cambios en altitud. Por lo tanto se selecciono un PTL con la siguiente altura:

$$\text{PTL1 HPTL} = 40 \text{ m}$$

Figura N° 4-1

PARAMETROS GEODESICOS Y CARTOGRAFICOS EMPLEADOS		
DATUM	:	WGS-84
PROYECCION	:	LTM (Local Transversal de Mercator) PTL (Plano Topográfico Local)
Parámetros de Proyección:		
	MC Local	= -73° 30'
	FN Local	= 7.000.000 m
	FE Local	= 200.000 m
PTL1	KH1 Local	= 1,000006272
HPTL1		= 40 m
LIGAZON	:	PUNTO GPS GEODESICO "ANTENA"

Fuente: Elaboración propia

Coordenadas definitivas adoptadas en el levantamiento topográfico

Estación	Norte PTL (m)	Este PTL (m)	Cota Ortométrica
W160-11	2367985.457	186922.638	34.544
W160-12	2367782.859	187808.501	24.471
W160-13	2367899.817	188544.734	2.842
W160-14	2367383.885	189454.62	3.919
W160-15	2367811.338	190167.5	2.364
W160-16	2368557.474	190877.263	2.889
W160-17	2368382.153	191676.366	36.549

Los vértices ocupados en el levantamiento corresponden a W160-13, W160-14, W160-15, W160-16

4.2 ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PRELIMINARES

Con el fin de materializar la construcción y mejoramiento de la conexión vial Ruta Costera, desde la localidad de Chacao hacia el oeste, pasando por la localidad de Caulín, hasta empalmar nuevamente con la ruta 5 en el sector de Huicha, comuna de Ancud, para superar los problemas de transitabilidad y serviciabilidad que presenta actualmente esta ruta, se estudiaron preliminarmente 5 alternativas.

Es una aspiración de los habitantes es el mejoramiento vial de la conexión y eso se entiende como desarrollo humano.

Las cinco alternativas emplean las fajas viales fiscales preexistentes en un gran porcentaje de cada una de las ellas, salvo relativos cortos trazados llamados "tramo nuevo".

Es indudable que la primera de las alternativas presentadas surge de una manera casi espontánea: el mejoramiento de la conectividad se practicaría sobre el trazado

actualmente en uso por los habitantes de la zona, el cual corresponde a la faja existente de las rutas W-120 y W-160 y la zona costera sin plataforma vial, en la que se propone la colocación de enrocados en el sector costero, además de levantar la rasante en 1,5 m aproximadamente a efectos de alcanzar una cota superior a la pleamar.

La alternativa N° 2 es prácticamente igual que la alternativa N° 1, salvo por la incorporación de una variante en el sector del fundo los Cisnes, que evita el ingreso a dicho predio, dando continuidad a las Rutas W-120 y W-160 que circula por el sector costero.

La alternativa N° 3 plantea abrir un tramo nuevo con una variante al sector costero la cuál va paralelo a la Bahía por el interior y que conecta con los predios vecinales existentes. Esta alternativa estaría siempre operativa debido al alejamiento del sector que actualmente se inunda, por lo que resolvería uno de los principales problemas de esta ruta, que es el corte del camino en los períodos de Pleamar.

Las dos siguientes alternativas (4 y 5) se sustentan en la perspectiva de materializar la ruta costera en el sector norte de la isla. Estas alternativas recogen el concepto de costero para los trazados que se proponen en el mejoramiento de la conectividad, utilizando caminos preexistentes, pero de menor uso, acercando el mejoramiento a los bordes norte de la Isla Grande. Se comentará, más adelante, que no es un desmedro del desarrollo humano que, parte de la W-120 y parte de la W-160, no sean empleadas en estas alternativas, ya que se verán beneficiados los asentamientos humanos existentes al norte de dichas rutas. Se agrega que estas alternativas suman nuevas aperturas del orden turísticos al desarrollo de la población.

La condición medioambiental también es recogida en la formulación de las cinco alternativas. La presencia de condiciones bióticas particulares en la Bahía de Caulín, justifican solo la alternativa N° 3, que es alejar el eje del borde de playa. En las otras alternativas, el mejoramiento de la conectividad emplea la traza preexistente, la que se encuentra presente tras muchas décadas.

Desde el punto de vista turístico, es indudable que los cinco trazados propuestos apuntan en la dirección del desarrollo de la actividad. La importancia relativa del beneficio entre las cinco debe ser incorporada a dichas metodologías de selección. El mejoramiento de la conectividad vial entre Chacao y Huicha atraerá mayor actividad de este orden, aún con la advertencia del dilema de esta industria: mayor atracción de personas es inverso al desarrollo del atractivo turístico que, en este caso, es la fauna (En especial avistamientos de aves migratorias asociadas a multiplicidad de especies). En un trabajo de un Estudio de Preinversión vial, la evaluación, consideración y análisis de estos potenciales pueden ser considerados desde la perspectiva global y aportan información para la toma de decisiones.

En lo siguiente del acápite se presentarán las alternativas, pormenorizadamente, teniendo presente lo expuesto e indicando sendas síntesis de los aspectos positivos y/o negativos.

4.3 PREDISEÑOS DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES

4.3.1 Generalidades

Se ha indicado que el inicio del estudio, en la localidad de Chacao, Ruta W – 120, corresponde al término del proyecto costero peatonal de la DOP, que coincide con una arista de la plaza de Chacao, por lo que el primer tramo corresponde a un tramo de 114 m urbano, con pavimento de hormigón, hasta llegar al inicio de la Ruta W-120.

Figura N° 4-2
Inicio Estudio



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.1 Alternativa N° 1

Consiste en el aprovechamiento de las fajas fiscales de ambas rutas en estudio. La alternativa comienza en el Dm 0,00, y se desarrolla en toda su extensión por la faja existente, comenzando en el tramo urbano Chacao 1, pasando por la Ruta W-120 y ruta W-160.

Una parte de esta alternativa se desarrolla por el sector de la playa que actualmente se inunda producto de los cambios de mareas en ciertas épocas del año, tramo que va desde el restaurant Ostras Caulín y el inicio de la faja de camino privado que se desarrolla al interior del Fundo Los Cisnes. En este tramo se propone el levante de la rasante del camino en 1,5 m respecto de la ubicación actual, con una protección de los taludes mediante enrocado.

La longitud de ésta alternativa abarca 24.407 m tomando como inicio la variante Chacao actualmente en construcción.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa no es favorable en lo que corresponde a elementos del medio humano; aun cuando ocupa el trazado preexistente, el número de viviendas y habitantes afectados por las obras y operación es el mínimo. pero el camino se constituirá en una barrera entre la marisma y los caminos vecinales existentes al tener que levantar la rasante de él

En relación con la capacidad de uso, se afectan 0,2 ha de suelo clase II y aproximadamente 7 ha de suelo de capacidad III, los que pueden disminuir con una menor intervención de la faja del proyecto. No se afectan nuevos cursos de agua por conservar íntegramente el trazado.

Además, el echo que esta alternativa se emplazará en el borde costero de la Bahía de Caulín, puede afectar en 350 m parte del sector denominado Santuario de las Aves de Bahía Caulín. Dicha extensión puede parecer menor, pero el mayor nivel de serviciabilidad que se asocia a esta alternativa puede conllevar el acceso a actividades no deseadas o dañinas para la mantención de la estructura ecológica presente y que claramente es materia de interés de la comunidad y autoridades comunales e institucionales relacionadas con el medio ambiente.

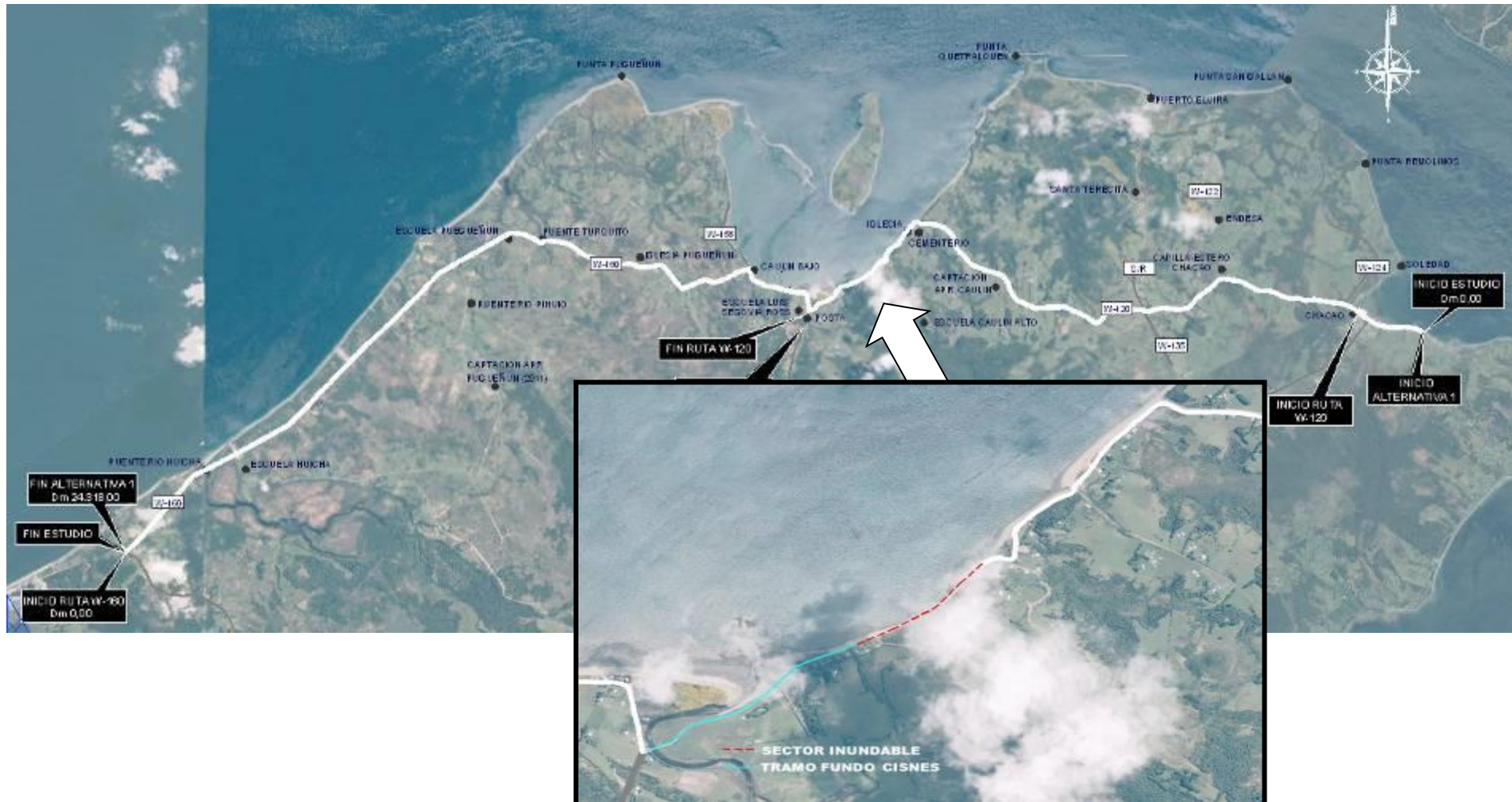
En cuanto a las estructuras consideradas para la alternativa 1, en la siguiente tabla se detalla un resumen de ellas:

Tabla N° 4-1
Puentes proyectados Alternativa 1

Denominación	Dm	Ruta	Estado	Ancho tablero (m)	Longitud (m)
Puente El Estero	138	W-120	Por Rehacer	14	15
Puente Caulín Alto	8.273	W-120	Por Rehacer	14	10
Puente Guyundén 1	10.011	W-120	Por Rehacer	14	30
Puente El Turquito	6.591	W-160	Lo hace la DRV	12	20
Puente Huicha 2	1.797	W-160	Existente	9,6	39

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 4-3
Alternativa N°1



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.2 Alternativa N° 2

El planteamiento principal de la Alternativa 2 consiste en el mejoramiento de las rutas en estudio, aprovechando casi la totalidad de las fajas fiscales preexistentes, e introduciendo un tramo nuevo que se desarrolla por el borde costero, implementando un puente sobre la desembocadura el estero del río dando continuidad la Rutas W-120 y W-160, evitando los terrenos del fundo los Cisnes.

La alternativa comienza en el Dm 0,00 (Figura 2.3-3), comenzando en el tramo urbano Chacao 1, pasando por la ruta W-120 y pasando por el tramo nuevo de 885m en el sector de la bahía de Caulín, para luego retomar la Ruta W-160.

La longitud de ésta alternativa es de 24.111 m tomando como inicio la variante Chacao actualmente en construcción.

En cuanto a las estructuras consideradas para la alternativa 2, en la siguiente tabla se detalla un resumen de ellas:

Tabla N° 4-2
Puentes proyectados Alternativa 2

Denominación	Dm	Ruta	Estado	Ancho tablero (m)	Longitud (m)
Puente El Estero	138	W-120	Por Rehacer	14	15
Puente Caulín Alto	8.273	W-120	Por Rehacer	14	10
Puente Guyundén 2	10.011	W-120	Por Rehacer	14	40
Puente El Turquito	6.591	W-160	Programado por la DRV	12	20
Puente Huicha 2	1.797	W-160	Existente	9,6	39

Fuente: Elaboración Propia

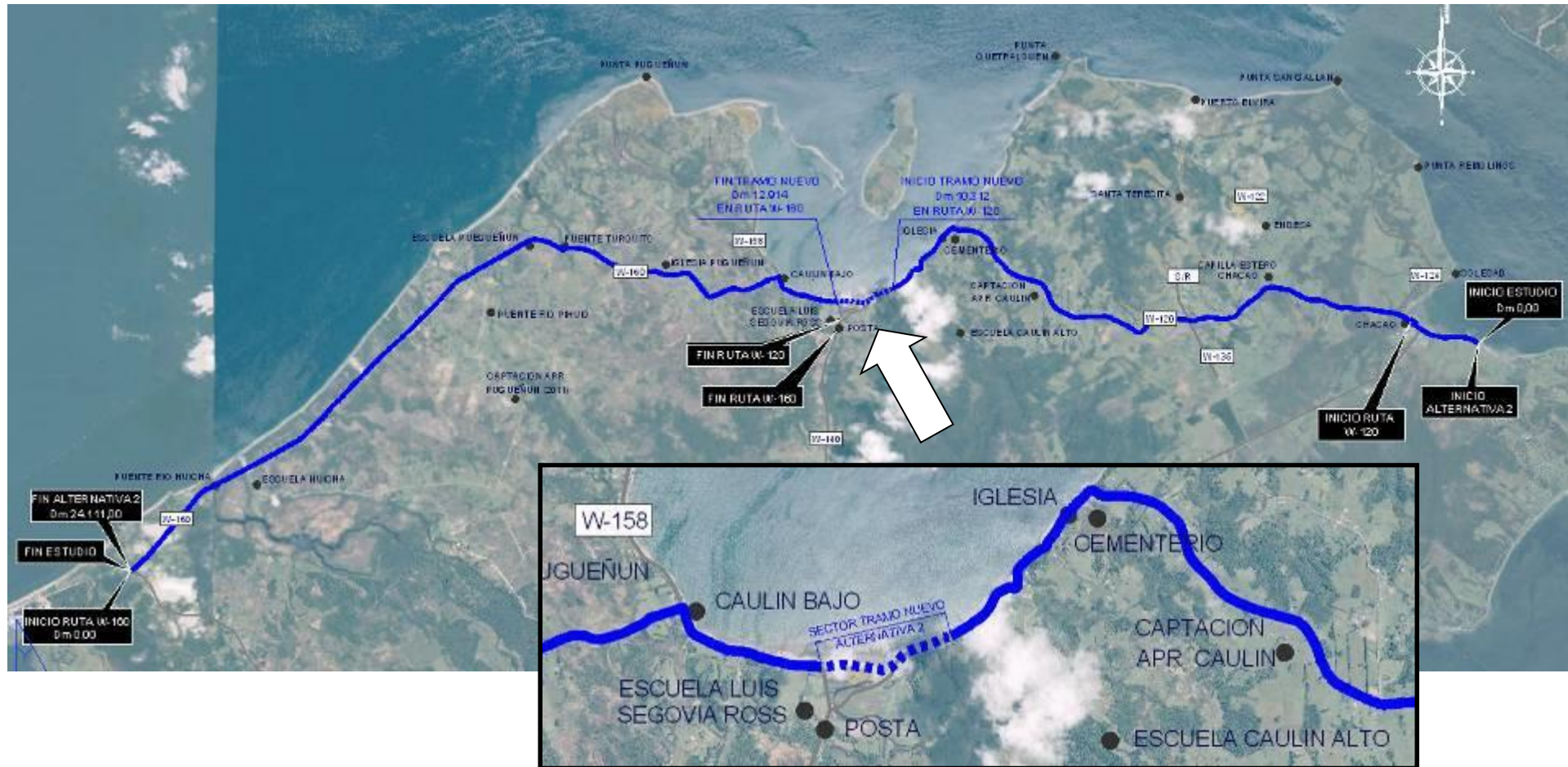
La modificación del trazado conlleva también modificar el punto de cruce del río Huenque o Guyundén, por lo que se debe poner atención en el efecto sobre el área de la marisma de Caulín, que corresponde a la interface entre la desembocadura del río y el medio marino de la Bahía de Caulín.

Al recuperar este tramo, que fue abandonado a consecuencias del terremoto de 1960, se interviene en mayor medida el borde costero, en una extensión aproximada de 750 metros, lo que potencialmente puede alterar, al igual que la alternativa 1, las condiciones ambientales del Santuario de las Aves de Bahía Caulín, materia de alto interés de conservación por parte de la comunidad y autoridades comunales e institucionales relacionadas con el medio ambiente.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa no es favorable en lo que corresponde a elementos del medio humano; aun cuando ocupa el trazado preexistente, el número de viviendas y habitantes afectados por las obras y operación es el mínimo. pero el camino se constituirá en una barrera entre la marisma y los caminos vecinales existentes al tener que levantar la rasante de él.

Del punto de vista territorial, esta alternativa posee un alto nivel de serviciabilidad (al igual que la alternativa 1) debido a que la comunidad se ha establecido en función de éste, la modificación del trazado no afecta su serviciabilidad. Se reitera lo expuesto para la Alternativa 1, donde el mejoramiento de la conectividad con Chacao y Ancud (Huicha) vuelve más homogéneo el trazado.

Figura N° 4-4
Alternativa N°2



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.3 Alternativa N° 3

El planteamiento principal de la Alternativa 3 consistente en el mejoramiento de las Rutas W – 120 y W – 160 aprovechando íntegramente la faja fiscal preexistente de la Ruta W-160, e introduciendo una variante en la Ruta W-120 de 3.670 m, que va paralela a la Bahía de Caulín y evita el paso por el sector costero.

Esta alternativa busca dar continuidad durante todo el año, sin provocar impactos ambientales por lo cual se proyecta una variante que permite evitar el paso por el sector costero

La alternativa consiste en un par, el cual se desarrolla como un trazado interior, variante a la Bahía, y se mantiene la situación actual. Así, este lado de la alternativa se presenta como un camino que se corta, y luego se desarrolla un tramo peatonal. Para el trazado existente se plantea que de materializarse el proyecto, el municipio tiene entre su carpeta de ideas estudiar la construcción de estacionamientos cercanos al punto de corte del camino, de manera de dejar a futuro peatonal el tramo costero.

Esto permite que las actividades productivas asociadas a la marisma de la Bahía de Caulín, tengan acceso a la variante mediante los caminos vecinales existentes, cautelando tanto el impacto ambiental, como el sistema de actividades.

Cabe mencionar que el mejoramiento del sector costero del camino por la W-120 (orejas) corresponde a la situación base mejorada, así como también la expropiación de la faja en el sector del Fundo los Cisnes.

La longitud de ésta alternativa es de 26.874 tomando como inicio la variante Chacao actualmente en construcción.

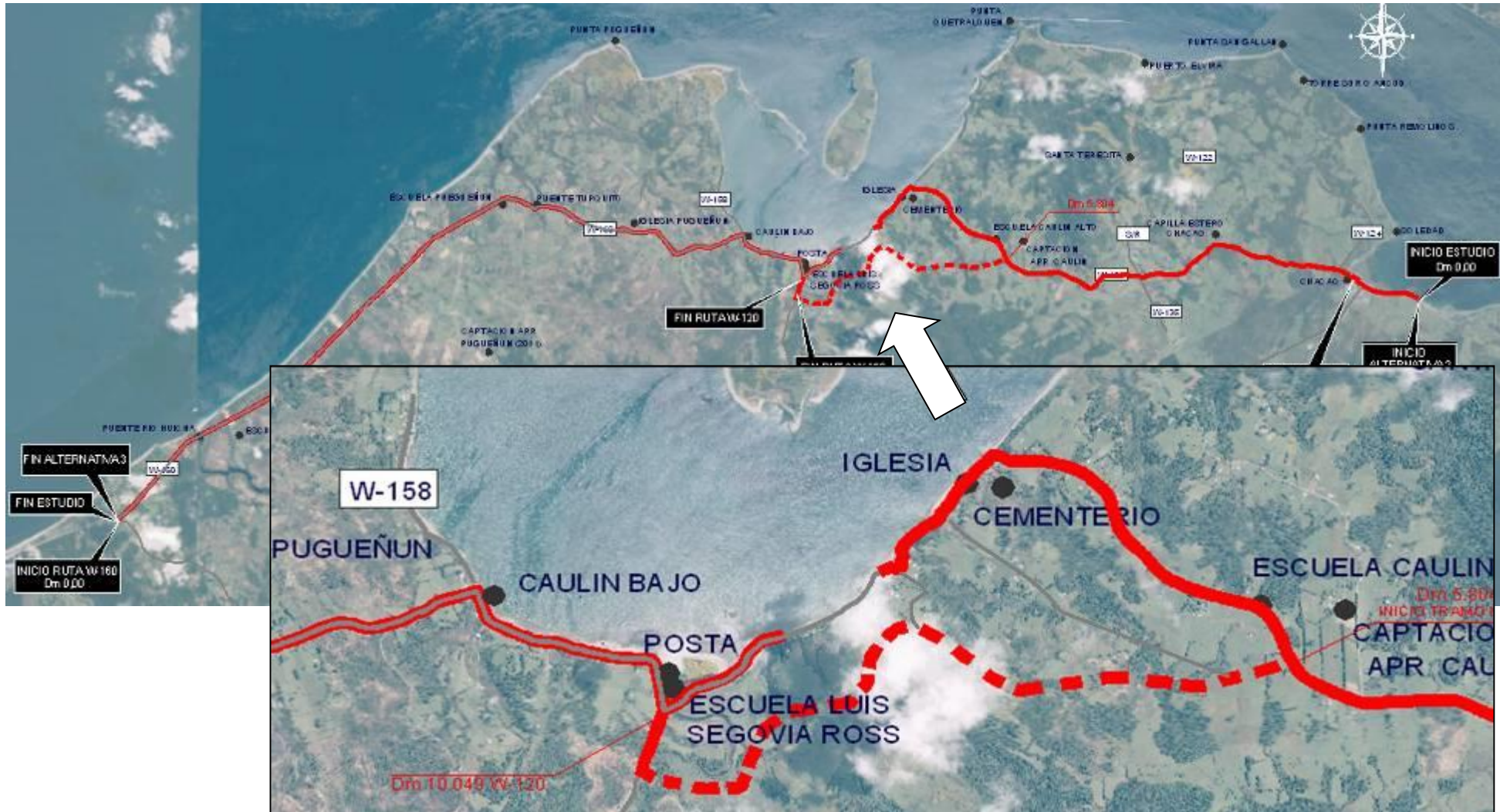
En cuanto a las estructuras consideradas para la alternativa 3, en la siguiente tabla se detalla un resumen de ellas:

Tabla N° 4-3
Puentes proyectados Alternativa 3

Denominación	Dm	Ruta	Estado	Ancho tablero (m)	Longitud (m)
Puente El Estero	138	W-120	Por Rehacer	14	15
Puente Caulin Alto	8.273	W-120	Por Rehacer	14	10
Puente Guyundén 2	10.011	W-120	Por hacer	14	40
Puente Guyundén 3	10.130	Tramo nuevo	Por hacer nuevo	14	30
Puente El Turquito	6.591	W-160	A ejecutar por laDRV	12	20
Puente Huicha 2	1.797	W-160	Existente	9,6	39

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 4-5
Alternativa N°3



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.4 Alternativa N° 4

El planteamiento principal de la Alternativa 4 es generar una continuidad de la ruta costera, incorporando la zona norte de la Isla al circuito turístico. La alternativa incluye el mejoramiento de un tramo de la Ruta W -120 (Dm 0 a Dm 102 y Dm 11.012 a Dm 12.358) y el mejoramiento de la Ruta W- 124, aprovechando la faja fiscal preexistente, introduciendo dos tramos nuevos en el sector costero entre las localidades de Chacao y Caulín, los cuales abarcan desde el final de la ruta W-124 hasta el inicio del tramo costero de la ruta W-120 (Dm 11.012 a Dm 12.358).

Entre Huicha y Caulín el planteamiento de ésta alternativa consistente en el mejoramiento de un tramo de la Ruta W – 160 (Dm 0 a Dm 7.820), el cual es seguido de un tramo nuevo, que abarca desde el final del tramo Pihuio, hasta el inicio del tramo Punta Espolón, correspondiente a la ruta W-158.

En el sector de Caulín (sector de la bahía), se introduce un tramo nuevo, el cual corresponde al tramo planteado en las alternativas 1 y 2. En este sector costero se propone el levante de la rasante del camino en 1,5 m respecto de la ubicación actual y protección de los taludes mediante enrocado, con lo cual se protegerá el camino ante los cambios de mareas que se producen en la zona, retomando el trazado del antiguo camino bordeando la costa, generando un puente en la desembocadura del río con los impactos allí indicados.

La longitud de esta alternativa es de 29.926 m tomando como inicio la variante Chacao actualmente en construcción.

En cuanto a las estructuras consideradas para la alternativa 4, en la siguiente tabla se detalla un resumen de ellas:

Tabla N° 4-4
Puentes proyectados Alternativa 4

Denominación	Dm	Ruta	Estado	Ancho tablero (m)	Longitud (m)
Puente El Estero	138	W-120	Por Rehacer	14	15
Puente Punta Elvira	8.363	W-120	Por hacer nuevo	14	40
Puente Caulín Alto	12.266	W-120	Por Rehacer	14	10
Puente Guyundén 2	12.790	W-120	por hacer nuevo	14	40
Puente Pugeñún	10.049	W-160	Por Rehacer	12	20
Puente Chomeco	8.296	W-160	Por hacer nuevo	12	20
Puente Huicha 2	1.797	W-160	Existente	9,6	39

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 4-6
Alternativa N°4



Fuente: Elaboración propia

4.3.1.5 Alternativa N° 5

El planteamiento principal de la Alternativa 5 en el sector nororiente de la isla es el mejoramiento de un tramo de la Ruta W -120 (Dm 0 a Dm 2001 y Dm 11.012 a Dm 12.358) y el mejoramiento de la Ruta W- 122 (tramo Santa Filomena), aprovechando la faja fiscal preexistente, introduciendo un tramo nuevo en el sector costero entre las localidades de Chacao y Caulín , los cuales abarcan desde el final de la ruta W-122 hasta el inicio del tramo costero de la ruta W-120 (Dm 11.012 a Dm 12.358).

Por el sector norponiente de la isla el planteamiento de ésta alternativa consistente en el mejoramiento de un tramo de la Ruta W – 160 (Dm 0 a Dm 7.820), el cual es seguido de un tramo nuevo, que abarca desde el final del tramo Pihuio, hasta el inicio del tramo Punta Espolón, correspondiente a la Ruta W-158. En éste sector el planteamiento es el mismo que el de la alternativa 4.

En el sector de Caulín (sector de la bahía), se introduce un tramo nuevo, el cual corresponde al tramo planteado en las alternativas 1 y 2. En este sector costero se propone el levante de la rasante del camino en 1,5 m respecto de la ubicación actual y protección de los taludes mediante enrocado, con lo cual se protegerá el camino ante los cambios de mareas que se producen en la zona, retomando el trazado del antiguo camino bordeando la costa, generando un puente en la desembocadura del río con los impactos indicados en la descripción de las alternativas N° 1 y N° 2.

La longitud de esta alternativa es de 29.034 m tomando como inicio la variante Chacao actualmente en construcción.

En cuanto a las estructuras consideradas para la alternativa 5, en la siguiente tabla se detalla un resumen de ellas:

Tabla N° 4-5
Puentes proyectados Alternativa 5

Denominación	Dm	Ruta	Estado	Ancho tablero (m)	Longitud (m)
Puente El Estero	138	W-120	Por Rehacer	14	15
Puente Punta Elvira	7.471	W-120	Por hacer nuevo	14	40
Puente Caulín Alto	11.374	W-120	Por Rehacer	14	10
Puente Guyundén 2	11.898	W-120	por hacer nuevo	14	40
Puente Pugeñún	10.049	W-160	Por Rehacer	12	20
Puente Chomeco	8.296	W-160	Por hacer nuevo	12	20
Puente Huicha 2	1.797	W-160	Existente	9,6	39

Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 4-7
Alternativa N°5**



Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Caracterización de Alternativas Preliminares

Condiciones en Planta y Alzado

Las condiciones en planta y alzado fueron propuestas a partir de la Tabla 3.201.5.A del MC-V3.

La velocidad de proyecto considerada para los trazados propuestos fue de 70 km/h con restricciones.

Análisis del Estándar y diseño geométrico del Camino

Como se ha dicho, las condiciones en planta y alzado fueron propuestas a partir de la Tabla 3.201.5.A del MC-V3.

Estimación de reparaciones o modificaciones estructuras existentes

La estimación de reparaciones o modificaciones de las estructuras existentes de acuerdo a cada alternativa corresponde a:

La alternativa 1 aprovecha la faja existente de Ruta W-120 y Ruta W-160, por lo que se propone rehacer los puentes El Estero, Caulín Alto, Guyundén 1, y El Turquito, levante rasante tramo nuevo costero y expropiación Fundo los Cisnes.

La alternativa 2 aprovecha la faja existente de Ruta W-120 y Ruta W-160 a excepción del sector de la Bahía de Caulín, por lo que se propone rehacer los puentes El Estero, Caulín Alto, Guyundén 2, y El Turquito, levante rasante y nuevo puente en desembocadura.

La alternativa 3 aprovecha la faja existente de Ruta W-120 hasta el inicio de la variante y la totalidad de la Ruta W-160, por lo que se propone rehacer los puentes El Estero y El Turquito. El trazado de la variante implica la construcción de un nuevo puente denominado Guyundén 3 en el sector de fundo los Cisnes y la expropiación Fundo los Cisnes.

Para la alternativa 4, las zonas donde se desarrolla por el trazado existente de las Ruta W-120 y W-160 se propone rehacer los puentes El Estero, Caulín alto y Pugueñún. El trazado de las variantes implica la construcción de 3 nuevos puentes denominados Punta Elvira, Guyundén 2 y Chomeco.

Para la alternativa 5, las zonas donde se desarrolla por el trazado existente de las Ruta W-120 y W-160 se propone rehacer los puentes El Estero, Caulín alto y Pugueñún. El trazado de las variantes implica la construcción de 3 nuevos puentes denominados Punta Elvira, Guyundén 2 y Chomeco.

4.3.3 Estimaciones Preliminares de Obras

A continuación, se presentan las cantidades preliminares de obras y el presupuesto estimativo de las alternativas propuestas, las cuales se dispusieron siguiendo el itemizado de MC-V5.

La valorización ha resultado con los siguientes montos:

La valorización ha resultado con los siguientes montos:

- **Alternativa 1:** Monto inversión en Obras
\$ 6.819.617.409
Valorización por kilómetro en mejoramiento del estándar
293.493.605 \$/Km.
Costo de Expropiaciones
\$ 307.784.142
Monto de la inversión en mejoramiento del estándar
\$ 7.127.401.551
- **Alternativa 2:** Monto inversión en Obras
\$ 7.009.349.024
Valorización por kilómetro en mejoramiento del estándar
305.551.396 \$/km
Costo de Expropiaciones
\$ 339.031.464
Monto de la inversión en mejoramiento del estándar
\$ 7.348.380.488

- **Alternativa 3:** Monto inversión en Obras
\$ 9.818.383.527
Valorización por kilómetro en mejoramiento del estándar
365.335.201 \$/km
Costo de Expropiaciones
\$ 589.433.918
Monto de la inversión en mejoramiento del estándar
\$ 10.407.817.445
- **Alternativa 4:** Monto inversión en Obras
\$ 11.286.718.456
Valorización por kilómetro en mejoramiento del estándar
392.513.248 \$/km
Costo de Expropiaciones
\$ 845.505.661
Monto de la inversión en mejoramiento del estándar
\$12.132.224.118
- **Alternativa 5:** Monto inversión en Obras
\$ 11.102.925.532
Valorización por kilómetro en mejoramiento del estándar
398.482.774 \$/km
Costo de Expropiaciones
\$ 762.718.138
Monto de la inversión en mejoramiento del estándar
\$ 11.865.643.670

4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ALTERNATIVAS

En el contexto de la evaluación territorial de las cinco alternativas propuestas en el estudio para la materialización de la construcción y mejoramiento de la conexión vial Ruta Costera, desde la localidad de Chacao hacia el oeste, pasando por la localidad de Caulín, hasta empalmar nuevamente con la Ruta 5 en el sector de Huicha, comuna de Ancud, se han tenido presentes los problemas de transitabilidad y serviciabilidad que presenta actualmente esta ruta, las condicionantes del territorio, además de reconocer la aspiración de los habitantes en el mejoramiento vial de la conexión, entendido como un objetivo de desarrollo humano.

En el presente acápite, se recapitulan ventajas y desventajas de las alternativas propuestas, primeramente desde el punto de vista del diseño de ellas, para luego hacerlo en la perspectiva ambiental y territorial.

Las alternativas N° 1 y N° 2 son muy similares, diferenciándose en el emplazamiento de un tramo del camino que utiliza la faja del fundo los Cisnes como es el caso de la Alternativa N° 1 y otro no.

Las cinco alternativas emplean las fajas viales fiscales preexistentes en un gran porcentaje de cada una de ellas, salvo relativos cortos trazados llamados “tramo nuevo”.

- **Diseño**

Con relación a la Alternativa 1 se expone que ella está propuesta sobre la faja existente de las Rutas W-120 y W-160, vale decir, ocupa el trazado preexistente. Las características están descritas en el acápite 2.3.2.1 del Tomo I del Informe Final del estudio. Un breve resumen indica que esta alternativa presenta un pequeño tramo con conflicto de propiedad (familia Hanning) en el área del encuentro de la W-120 con la W-160 (puente sobre el estero Guyundén) y antes de este sector se ubica el paso de la ruta por la playa con aspectos de influencia mareográfica que ya fueron tratados en la ingeniería del estudio. La longitud de esta alternativa alcanza a 24.407 m. Sobre ella se registran 4 puentes a reconstruir, por sus condiciones estructurales (madera) y 1 puente nuevo. La Alternativa 1 considera un diseño de tipo borde costero y levantamiento de la rasante en la pasada por la Bahía Caulín.

Las Alternativas 2 y 3 son semejantes a la Alternativa N° 1, planteando una solución distinta para el paso por la Bahía Caulín y el Fundo Los Cisnes en cada caso. En el caso de la Alternativa 2, se propone con la sustitución del paso por la propiedad del Fundo Los Cisnes, con el uso de la prolongación del paso por la playa (con solución vial de levante de rasante y protección de talud con enrocados). Para ello, el puente Guyundén deberá estar ubicado en la posición primitiva en el área del encuentro del estero con la playa.

En el caso de la Alternativa 3, se ha propuesto una variante, que aleja del trazado del sector costero el tramo nuevo, bastante más largo, sobre áreas de

faja vial inexistente y que se desprende de la ruta W-120 con bastante anticipación a su actual llegada a la ribera marítima en Caulín Bajo, retomando la conexión con la W-160, aguas arriba del actual puente Guyundén. Este tramo nuevo, sin perjuicio de las áreas a expropiar, no ocupa el actual trazado en su paso por la playa de Caulín con influencia marítima. Pese a su mayor longitud, las ventajas de esta alternativa son de tipo territorial y ambiental como se explica más adelante.

La Alternativa 2 tiene una longitud propuesta de 24.407 m, con la misma cantidad de 4 estructuras por rehacer y 1 existente, y la Alternativa 3, 24.377 m con 3 estructuras de puente nuevas y 1 existente contempla el levantamiento de la razante en el borde costero.

La Alternativa 4, que tiene una longitud de 29.926 m, y la Alternativa 5, con 29.034 m de longitud, tienen en común, desde el punto de vista territorial, por desarrollarse aprovechando las fajas de las rutas W-124 (alternativa 4), W-122 (alternativa 5) y W-158 (ambas), que incorporan nuevas áreas pobladas al mejoramiento vial propuesto en el estudio.

La Alternativa 4 tiene 3 puentes por reconstruir, 3 puentes nuevos y 1 existente. La Alternativa 5 tiene las mismas cantidades de puentes. Ambas alternativas, a su paso por la playa de Caulín Bajo y por la propiedad Hanning, lo hacen por el trazado de la Alternativa 1, lo cual, territorialmente, iguala ventajas y desventajas, desde el punto de vista del trazado.

▪ **Variables Ambiental y Territorial**

Al considerar un análisis multicriterio que incorpore todas las variables relevantes desde el punto de vista de la planificación, la Alternativa 3 es la mejor evaluada considerando todos los indicadores territoriales que se elaboraron. Sin embargo, dos de los indicadores que se construyeron debieron ser extremadamente sensibles para lograr justamente una diferenciación de valoración entre alternativas cuyas variaciones generales son mínimas (las realmente distintas de las cinco alternativas, son las 4 y 5). En el indicador para valorar la plusvalía de predios con frente a la ruta, las diferencias fueron en un rango entre 87 y 81 predios beneficiados entre la peor y la mejor alternativa. Las diferencias del mismo indicador pero por metro de ruta oscilaron entre 0,034 y 0,027 predios beneficiados por metro. Es decir, las diferencias son considerables una vez que se asume que se ha entrado al detalle necesario para encontrarlas.

Si se asumiera que esas diferencias no ameritan ser consideradas por el escaso rango que existe entre el mayor y el menor valor, y se extrajeran ambos indicadores de la evaluación, entonces, la mejor alternativa del punto de vista territorial sería la 5 seguida luego por la alternativa 3.

Ante este fenómeno, es que se plantea que la alternativa 3 es mejor desde el punto de vista territorial, pero de existir variaciones menores respecto a los costos entre ella y la alternativa 5, resultaría mejor la 5. Esta afirmación se funda

en que ésta última alternativa, independiente de lo que podría haberse estimado de sus trazados, no es “menos directa” para acceder a la Bahía de Caulín (el principal hito turístico) sino todo lo contrario pues los “desvíos peninsulares” permiten penetrar la Bahía por sus extremos, reduciendo las distancias a Chacao y la Ruta-5. El recorrido, que hoy se hacía por el interior, se haría en una condición costera. Podríamos decir que con la alternativa 5 la Bahía queda “más cerca” de los centros de ingreso de visitantes (Chacao y Ancud) y que esta mayor cercanía se deriva naturalmente de penetrar antes la Bahía por sus extremos.

La modalidad de acceso a la bahía por los extremos con la alternativa 5 también significa la oportunidad de lograr menor “sobre carga” del sector central de la Bahía en que se emplazan justamente las aves migratorias (según zonificación participativa) que, como se ha dicho, es el principal atractivo turístico que debe ser resguardado. Por otro lado, la alternativa 5 también permite una mejor explotación del concepto de “exploración de nuevos paisajes”, recurrente en la venta de paquetes turísticos vinculados a la Isla de Chiloé y en general al Sur de Chile. Se podría llegar a considerar la alternativa 5 como el primer tramo de una ruta costera que podría abarcar desde Chacao hasta Ancud, para luego utilizar la ruta que va de Ancud a Quetalmahue, y finalmente concretar nuevos tramos costeros que unan Quetalmahue con Puñihuil, e incluso Puñihuil con Chepe, materializando a largo plazo un atractivo circuito más turístico costero.

Respecto de los objetivos del estudio, la fragilidad ambiental está claramente recogida, atendiendo fundamentalmente a las condiciones ecológicas especiales de la Bahía de Caulín, donde una de las alternativas propuestas (Nº 3) aleja claramente el eje vial del borde de playa, mientras que las 4 restantes ofrecen soluciones que se implantan en la bahía, modificando las condiciones de marisma (hábitat de aves migratorias).

Respecto de otros factores ambientales tales como la presencia de bosque nativo, humedales y suelos productivos, en general se observa que el mejoramiento de la conectividad emplea la traza preexistente, pero se observan diferencias entre aquellas alternativas de mayor alcance geográfico (Nº 4 y Nº 5) que afectan mayor cantidad de recursos, respecto de aquellas que están más apegadas al trazado existente, No obstante no son estos elementos los más significativos desde el punto de vista ambiental, pues es la Bahía de Caulín y los elementos vinculados a su integración física (protección del recurso biótico) los que son ser decisivos en la selección de la alternativa definitiva

Desde el punto de vista turístico, todos los trazados propuestos favorecen el desarrollo de la actividad; considerando que el mejoramiento de la conectividad vial entre Chacao y Huicha atraerá mayor presencia de visitantes, pero planteando la disyuntiva común a esta actividad, donde la mayor atracción de visitantes puede ir en desmedro de la condición de pristinidad del recurso natural, en este caso la Bahía de Caulín y especialmente la marisma que se compone a partir de la desembocadura del río Guyundén. Luego, la única alternativa que recoge esta variable es la Nº 3.

▪ Participación Ciudadana

A continuación se presenta un resumen con las opiniones extraídas del proceso de participación ciudadana, respecto a las alternativas estudiadas.

La Alternativa 1 presenta como ventaja que su trazado corresponde al camino actual, por lo cual no se interviene nuevas áreas del territorio, por ende se limitan impactos asociados a expropiaciones, así como efectos en determinadas unidades bióticas o físicas representativas del área.

Cabe indicar que la **Alternativa 1** fue la más votada (34 votos) por los encuestados en el Proceso de Participación Ciudadana, con lo cual se entiende que para la población ésta alternativa sería la más viable.

La desventaja de esta alternativa es que interviene la playa en el sector de la Bahía de Caulín, afectando una unidad sensible y claramente la más reconocida de todo el trazado en estudio por la comunidad, como su futura actividad productiva y turística de intereses especiales asociada a la observación de aves migratorias constituyéndose como una barrera entre las actividades productivas de la bahía (extracción de algas) y el proceso de secado de estas, en predio colindantes a los caminos vehiculares de la bahía.

La **Alternativa 2** presenta como ventaja que su trazado es muy similar al de la alternativa 1 y solo aumenta en una extensión de 422 metros. En la encuesta realizada en el Proceso de Participación Ciudadana esta alternativa obtuvo la segunda mayor votación (7 votos).

Dentro de las desventajas asociadas a esta alternativa se observa una intervención en el área de marisma, la cual afecta el hábitat de especies aviarias; y además debe intervenir la playa en la Bahía de Caulín, en el sector donde el camino actual se ve afectado por los periodos de marea alta. Además se interviene la desembocadura del río, zona de nidificación y alimentación de las aves.

La **Alternativa 3** Sus ventajas radican en eliminar el paso de vehículos livianos y carga en el sector de la playa, mejorando la protección del sector de la bahía, con gran potencial turístico, permitiendo la conexión vial de las actividades productivas asociadas a la marisma, mediante los caminos vecinales existentes, en donde además hoy se encuentran instalaciones de apoyo a esta actividad.

La **Alternativa 4** presenta como ventaja la accesibilidad y conectividad de localidades aisladas como las parcelaciones Pihuilco, Arenilla, San Gallán y Soledad. Además en la etapa de operación se mejora el acceso a áreas de interés turístico.

Las desventajas de esta alternativa, sumadas al efecto en bahía de Caulín, se relacionan con el efecto potencial sobre un sector de humedal e interviene suelos de distinta naturaleza productiva.

La **Alternativa 5** en su descripción es muy similar a la alternativa 4, su mayor ventaja corresponde a la accesibilidad y conectividad de localidades aisladas como las parcelaciones Pihuilco, Arenilla y Endesa, además en la etapa de operación se mejora el acceso a áreas de interés turístico, ya que su trazado es costero. De igual forma sus efectos negativos se relacionan con la mayor intervención sobre terrenos naturales, playa y formación de humedales. Además en el Proceso de Participación Ciudadana fue una de las alternativas con menor votación (1 voto). Además de los impactos negativos similares a las alternativas N° 1 y N° 2.

5 RESULTADOS ETAPAS INICIALES Y DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se presenta un resumen con los principales resultados obtenidos en la etapa preliminar, lo cual permitió tener a la vista los supuestos considerados para definir las alternativas iniciales, seleccionar la alternativa para pasar a la etapa de anteproyecto, realizar el trazado de la alternativa seleccionada y estimar los costos de inversión involucrados en la implementación de esta alternativa.

5.1 ETAPA 3: EVALUACIÓN PRELIMINAR

La etapa 3 del estudio tuvo por objeto definir y evaluar las alternativas preliminares de tal manera de poder seleccionar aquella que resulta ser la más conveniente para resolver el problema planteado, y por lo tanto ser evaluada de manera definitiva en las etapas subsecuentes del estudio.

Atendiendo a este objetivo, inicialmente se plantearon 5 alternativas de mejoramiento para la conexión de Huicha-Caulín, las cuales fueron modeladas estimándose sus beneficios y montos de inversión con cifras preliminares. Como resultado se obtuvo que ninguna de las alternativas definidas resultaba ser rentable económicamente, por lo significó un re-estudio del proyecto incorporando cambios en el planteamiento de las alternativas a estudiar. Estos cambios se fundamentaron principalmente en dos aspectos que se observaron en el análisis de las 5 alternativas:

- El tramo entre Chacao y la Bahía Caulín, perteneciente a la Ruta W-120, posee un flujo bastante menor (tanto en valor absoluto como en su comparación con la Ruta W-160), y por lo tanto genera escasos beneficios a la evaluación del proyecto, por lo cual bajo la perspectiva de este estudio, no es el momento óptimo para esa inversión.
- El estándar diseñado originalmente para el proyecto ($V_p = 70\text{Km/h}$) es bastante elevado en cuanto al diseño de la carpeta y el trazado, si se observa el nivel de flujo atendido por esta ruta, y el tipo de viajes que se realizan, el cual es de tipo turístico y de acceso a pequeñas localidades.

Luego, para el tramo existente la Dirección de Vialidad determinó que el enfoque no debe ser el de mejorar la velocidad de diseño, sino más bien se debía orientar básicamente a mejorar la carpeta para asegurar una buena accesibilidad y el tránsito de usuarios de tipo turístico a la Bahía de Caulín.

Para el tramo que se desarrolla por el borde costero y que no cuenta con plataforma, teniendo en consideración las conclusiones estudio ambiental, es necesario incorporar una variante para el tránsito vehicular, y manteniendo los accesos a la bahía ya que esta es el centro de interés y desarrollo turístico de la comunidad. La variante permitirá además mantener una conexión continua de los habitantes de Caulín con el resto de la red y poblados en el sector y otorgará la continuidad requerida a la ruta costera.

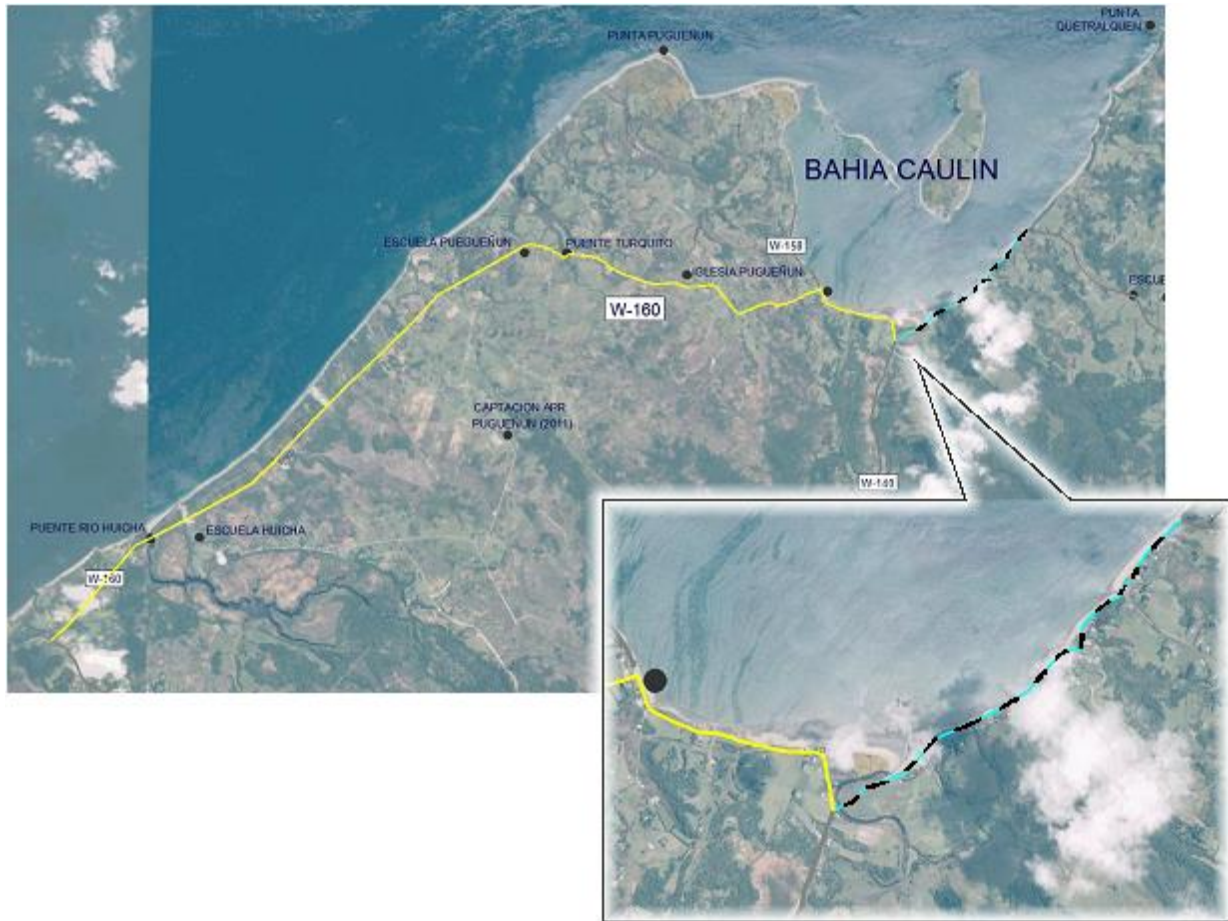
A partir de lo expuesto, se reformuló el planteamiento de las alternativas preliminares en los siguientes aspectos:

- Se continúa la evaluación considerando sólo las alternativas 1, 2 y 3. Las alternativas 4 y 5 fueron eliminadas debido a que los nuevos trazados incorporados elevan los costos y entregan un bajo nivel de beneficios, ya que este no era el momento óptimo de la inversión.
- Como resultado de esta primera evaluación la Dirección de Vialidad, determinó reformular el alcance de la evaluación del Proyecto en Estudio, orientado por los resultados del Estudio de Demanda, cambiando el alcance de: “Estudio de Preinversión Construcción Conexión Vial Ruta W-120. Sector: Huicha – Caulín – Chacao” a “Estudio de Preinversión Construcción Conexión Vial Rutas W-120-160. Sector: Huicha – Caulín”, es decir la Ruta W-160 y la materialización de un tramo de camino que da continuidad con la Ruta W-120, en el sector de la Bahía Caulín, sin considerar la ruta hacia Chacao por muy bajo tránsito.
- En las tres alternativas se realizó un ajuste al trazado y carpeta considerada para el mejoramiento, con el fin de disminuir el monto de inversión, adaptando el estándar propuesto para el mejoramiento a las condiciones requeridas para el tránsito existente en la ruta, de acuerdo a los criterios de “Caminos de Bajo Tránsito y el “Instructivo de Caminos Básicos e Intermedios.”
 - Se ajusta la faja fiscal a la existente, no imponiendo una faja constante de 20m, disminuyendo la necesidad de expropiaciones.
 - Las rasantes proyectadas son del tipo envolvente, minimizando los cortes y terraplenes.
 - La rasante en sectores planos se ajustó a la cota de terreno existente más los paquetes estructurales.
 - Se redujo la longitud de curva vertical $2T$, a efectos de que la rasante se asemeje al terreno existente.

Bajo estas condiciones se replantearon las alternativas preliminares, las que se denominaron de la siguiente manera:

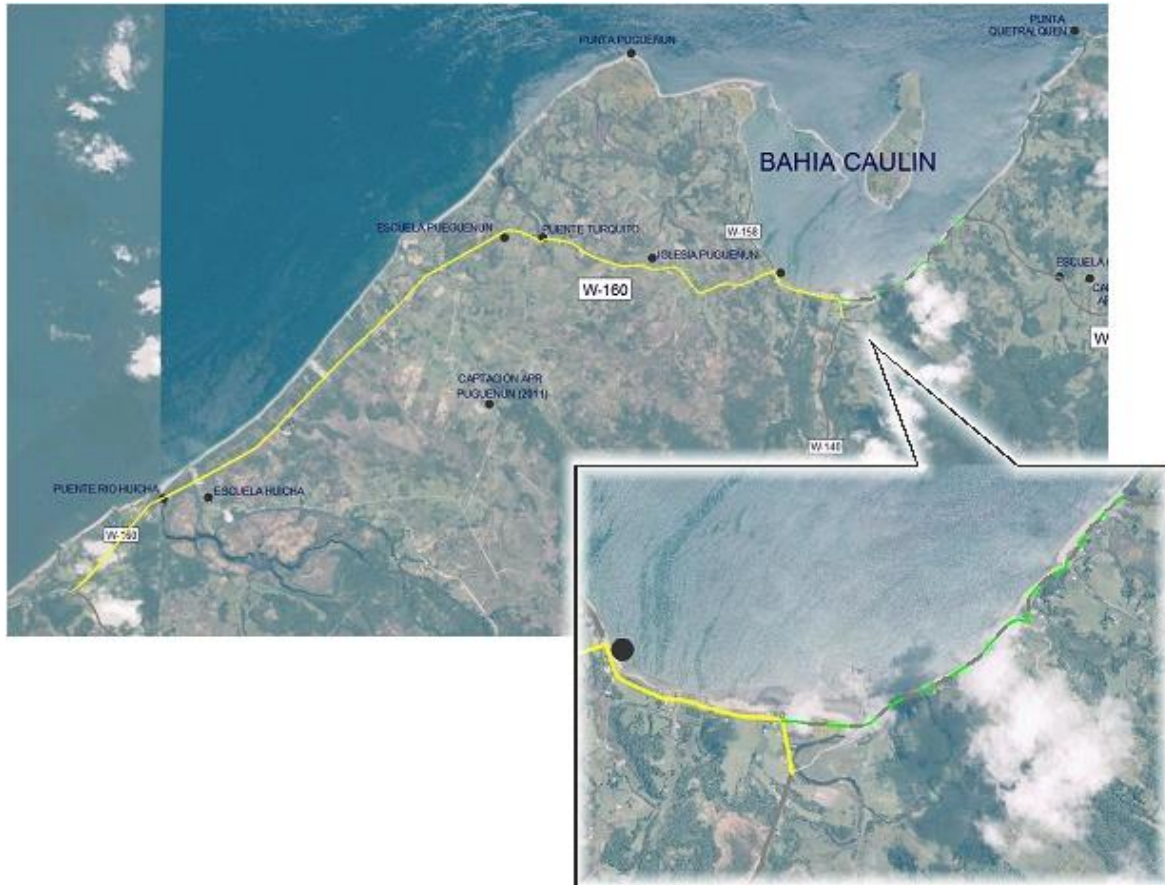
- Alternativa N° 1-A
- Alternativa N° 2-A
- Alternativa N° 3-A

Figura N° 5-1
Alternativa N° 1-A



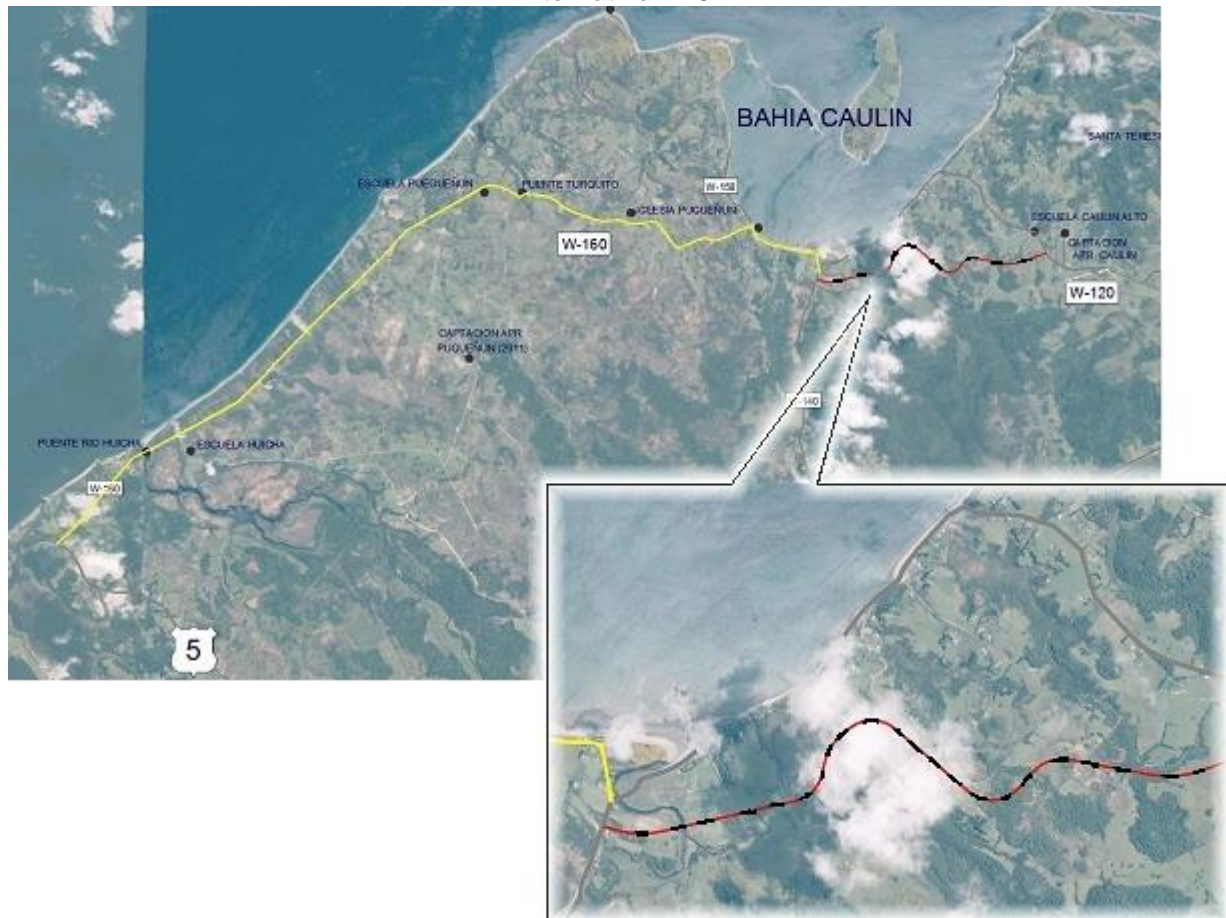
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5-2
Alternativa N° 2-A



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5-3
Alternativa N° 3-A



Fuente: Elaboración Propia

Los flujos de beneficios sociales obtenidos para las 3 alternativas planteadas fueron los siguientes.

Tabla N° 5-1
Flujos de beneficios sociales, Alternativas Tramo Poniente (MM\$)

Año	Corte Temporal	Alt 1-A	Alt 2-A	Alt 3-A	Notas
1	2015	-3,992.7	-4,215.0	-3,866.6	
2	2016	248.5	206.8	214.1	
3	2017	259.3	215.7	223.3	
4	2018	270.5	225.0	233.0	
5	2019	282.2	234.8	243.1	
6	2020	294.4	244.9	253.6	
7	2021	305.0	253.8	262.7	
8	2022	316.0	263.0	-1,055.3	Construcción Variante Caulín
9	2023	327.4	272.5	282.1	
10	2024	339.3	282.3	292.3	
11	2025	351.5	292.5	302.8	
12	2026	364.2	303.1	313.8	
13	2027	377.4	314.0	325.1	
14	2028	391.0	325.4	336.8	
15	2029	405.1	337.1	349.0	
16	2030	419.8	349.3	361.6	
17	2031	434.9	361.9	374.7	
18	2032	450.7	375.0	388.2	
19	2033	466.9	388.5	402.2	
20	2034	4,354.7	4,339.2	5,055.0	

Fuente: Elaboración Propia

Con los flujos sociales anteriores, los indicadores de rentabilidad social calculados fueron los siguientes:

Tabla N° 5-2
Indicadores de Rentabilidad Social, Alternativas Tramo Poniente

Indicador	Alt 1-A	Alt 2-A	Alt 3-A
VAN (MM\$)	1,029.34	200.25	7.55
TIR	8.15%	6.41%	6.02%
TRI	5.67%	4.72%	4.89%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados anteriores indican que bajo el supuesto de replantear el Estudio y mejorar la Ruta W-160, y solucionar la pasada por Caulín (sector inundable), en este caso las 3 alternativas son rentables socialmente.

El año de ejecución del proyecto es el 2015, y el primer año de operación el 2016. En el caso de la Alternativa N° 3-A, para obtener estos resultados positivos de rentabilidad, uno de los tramos del proyecto (la variante a la pasada por Caulín que considera esta alternativa) debe postergarse para su ejecución durante el año 2022. Vale decir, la Alternativa N° 3-A es socialmente rentable si se realiza en 2 etapas (obras en los años 2015 y 2022 respectivamente).

Los resultados anteriores ratificaron que las 3 alternativas son rentables socialmente, desde el punto de vista de los indicadores económicos de rentabilidad. No obstante, se decidió que sólo la Alternativa N° 3-A fuese la seleccionada para proseguir con las siguientes fases del estudio. Lo anterior se justifica por las siguientes razones:

- La Alternativa 3-A es la mejor evaluada por el modelo multicriterio, resaltando su menor impacto ambiental sobre el ecosistema de la Bahía de Caulín, potencial desarrollo turístico de la Zona
- En este mismo ámbito, en diversas reuniones con los profesionales y autoridades de la región se ha expresado la necesidad de preservar la Bahía de Caulín, ya que se trata de un sitio de avistamiento de aves de gran fragilidad, y que ciertamente sería impactado ambientalmente con la consolidación de un camino de tipo borde costero. Luego la Alternativa 3-A cumple con el requisito de desviar el flujo que circula por el borde costero.
- Permite la conexión vial de las actividades productivas asociadas a la marisma, mediante los caminos vecinales en donde se encuentran emplazadas las actividades de apoyo.
- Se mantiene el acceso a la Bahía de Caulín debido a que en la situación Base Mejorada se realiza la expropiación de una faja en el Fundo Los Cisnes y se conserva el tramo de la ruta W-120 en el sector costero, lo que permite el acceso a la marisma y el avistamiento de las aves migratorias, cautelando el sendero turístico de intereses especiales.

5.2 ETAPA 4: ALTERNATIVA SELECCIONADA

Como resultado de la Etapa 3, se seleccionó para su diseño y cubicación a la denominada Alternativa 3-A. Esta alternativa mantiene el trazado actual de la ruta W-160, y se incorpora la variante Caulín, que une las rutas W-120 con la W-160 por el

interior, evitando el paso por el sector Costero. Esta variante permite desviar el paso de los flujos vehiculares que transitan por la Playa Caulín y mantiene el tránsito peatonal.

Figura N° 5-4
Alternativa N° 3-A seleccionada



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5-5
Alternativa N° 3-A, Sector Caminos Vecinales



Fuente: Elaboración Propia

6 GEOTÉCNIA

El presente estudio está orientado a obtener los distintos parámetros del suelo, a fin de realizar un diseño preliminar de pavimentos.

Se realizó una exploración de suelos, con el objeto de:

- Determinar características del subsuelo y las propiedades mecánicas de la subrasante a fin de obtener parámetros de diseño para dimensionar pavimentos (la carpeta de rodado).

El programa de prospección, consistió en:

- Ejecución de 12 calicatas de 1.5m de profundidad, para el diseño de pavimentos.
- Ejecución de 3 macrogranulometrías.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de cada una de las Calicatas:

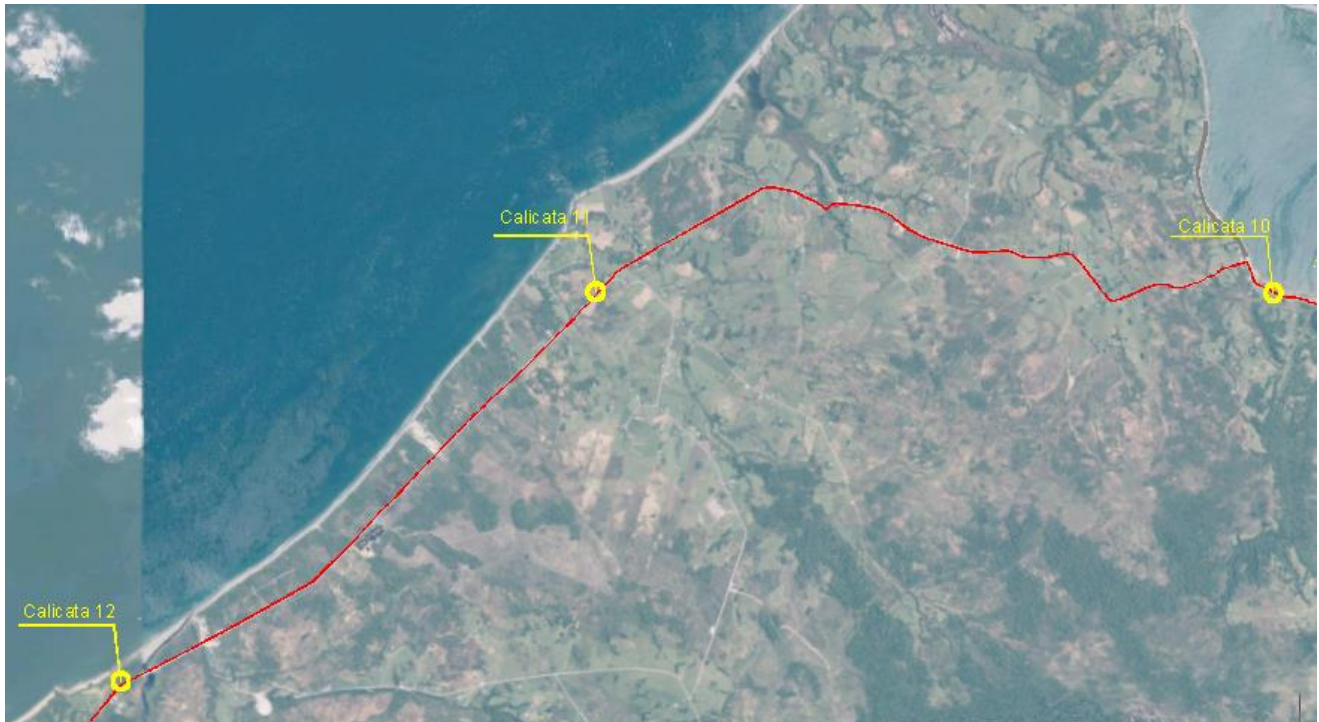
El proceso de ejecución de calicatas fue supervisado por profesionales de la Dirección Regional de Vialidad, el cual dio su visto bueno al trabajo realizado.

Figura N° 6-1
Ubicación Calicatas sector ruta W-120



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 6-2
Ubicación Calicatas sector ruta W-160



Fuente: Elaboración propia

Para las calicatas efectuadas se ha desarrollado el ensaye de CBR en los cuales se ha determinado densidad y soporte de los suelos.

De las calicatas realizadas, se tienen 5 ubicadas en el sector de la Variante Caulín y 3 en la Ruta W-160. Los resultados de los ensayes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla N° 6-1

Calicata N°	Ruta	Dm	Coordenadas		CBR 95% DMSC	CBR a Densidad Natural
			Norte	Este		
1	Variante	0	5368633	617109	27	16
6	Variante	2.020	5368817	615282	15	8
7	Variante	2.220	5368677	615091	12	7
8	Variante	2.927	5368344	614582	34	15
9	Variante	3.543	5368050	613917	12	5
10	W-160	12.120	5368516	613983	14	9
11	W-160	6.318	5368770	608205	41	20
12	W-160	1.610	5365817	604613	16	6

Fuente: Elaboración propia

Análisis del suelo en la zona de estudio

En el sector de la Ruta W-120 se presentan suelos de capa superior de tipo limos de tamaño máximo entre 20 a 25mm en el sector costero y gravas arenosas de origen artificial hacia el interior, cubiertas por una capa vegetal, estructura homogénea y sin indicios de materia orgánica. La capa intermedia es de tipo arenas limosas y limos con aproximadamente 90% de material fino y presencia de raíces en abundante cantidad en el interior, la cual disminuye a medida que se acerca al sector costero. La capa

inferior presenta arenas finas en el sector interior y niveles freáticos a partir de la cota 1,47 aproximadamente en el sector costero.

En el sector de la Ruta W-160 se presentan suelos de capa superior de tipo grava arenosa, con mayor porcentaje de limos a medida que el camino se acerca al borde costero. El suelo presenta una estructura homogénea y de origen artificial. La capa intermedia corresponde a limos y arenas de tamaños máximos de 2mm en el sector cercano a la costa, y hasta 40mm hacia las zonas interiores, con gran porcentaje de material fino en el sector costero. Éste presenta estructura homogénea y está compuesto de raíces en poca cantidad. La capa inferior corresponde a nivel freático desde la cota 1,50 aproximadamente.

En general la zona de estudio presenta suelos de partículas de mayor tamaño en las capas superiores, mientras que en las inferiores el suelo es de tipo limos y arenas, lo cual indica que la capa superior tiene mejores condiciones de trabajo mientras que al efectuar cortes de mayor magnitud que impliquen un trazado en zonas de capas inferiores las características del suelo cambian, siendo éste de menor calidad.

En conjunto con las calicatas, se han desarrollado ensayos para determinar la macrogranulometría de los materiales en cauces de esteros y ríos, los cuales corresponden a puentes por rehacer (El estero y Turquito), y puente por hacer (Guyundén 2), los cuales presentan las siguientes características:

Tabla N° 6-2
Características de puentes que requieren macrogranulometría

Denominación	Dm	Ruta	Estado	Ancho tablero (m)	Longitud (m)
Puente El Estero	138	W-120	Por Rehacer	14	15
Puente Guyundén 2	10.011	W-120	Por hacer	14	40
Puente El Turquito	6.591	W-160	a realizar por la DRV	12	20

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la ubicación de los ensayos realizados:

Figura N° 6-3
Ubicación Macrogranulometrías, puentes El Estero, Guyunden y el Turquito.



Fuente: Elaboración propia

7 DISEÑO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

El presente capítulo corresponde a las memorias de cálculo de los puentes y estructuras que han resultado del diseño geométrico propuesto para la alternativa 1.

7.1 PUENTE GUYUNDEN - 1

7.1.1.1 Introducción

El presente documento contiene la descripción del puente considerado en la Variante Caulín y sus dimensiones estructurales principales. Este puente se denomina Guyunden-1, perteneciente a la ruta W-120

7.1.1.2 Descripción del Puente

Tabla N° 7-1
Descripción del Puente

Longitud	40m
Entrada	Dm 3.175
Salida	Dm 3.215
Número de Tramos	2
Longitud de los tramos	20 m
Ancho de Calzada	10 m
Ancho de Pasillos	1 m
Esviaje	0°

Fuente: Elaboración Propia

7.1.1.3 Bases de Diseño

▪ MATERIALES

Hormigón:
Estribos y Losa: H-30
Vigas postensadas: H-40
Acero de Refuerzo: A63-42H

▪ SOLICITACIONES

Peso propio:
Peso unitario de hormigón armado 2.45 ton/m³

Sobrecarga de Transito:

Camión de diseño AASTHO HS 20-44 + 20%

Material de relleno tras estribos

Peso unitario $\gamma = 1.8 \text{ ton/ m}^3$
Angulo de fricción interno $\phi = 38^\circ$

Solicitud Sísmica

Zona sísmica 3, $A_0 = 0.4g$

Suelo tipo 3, Coeficiente del suelo $S=1.2$

Clasificación de importancia $CI=I$

Peligro de socavación sísmica 1

Categoría de comportamiento sísmico d

Factor de modificación de respuesta $R=3$

Método de análisis sísmico: Método del Coeficiente Sísmico.

El factor de corte horizontal se obtiene de la ecuación:

$$K_h = K_1 \cdot S \cdot \frac{A_0}{2g} \geq 0,10$$

K_1 se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla N° 7-2

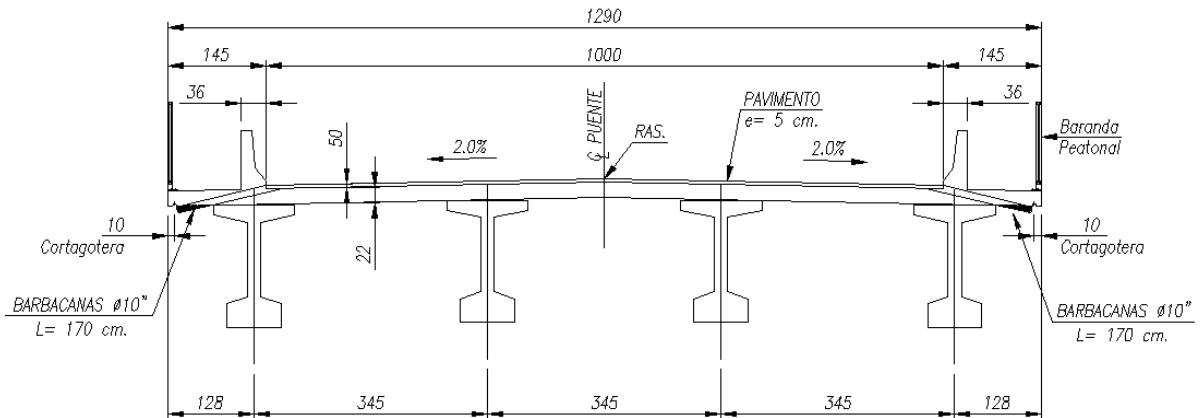
$CI = I$	$K_1 = 1,0$
$CI = II$	$K_1 = 0,8$

Fuente: Elaboración Propia

Sobre la base de las variables planteadas $K_h = 0.24$

7.1.1.4 Diseño Preliminar del Tablero

Figura N° 7-1
Tablero



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 7-3

Parametros

Calzada	10 m	Esp. Losa	22 cm
Pasillo	1 m	Esp. Pav.	5 cm
Dist. Viga	1,275 m	S	3,45 m

	N (ton)/m	X (m)	N*X (t-m)/m
Baranda	0,5	1,18	0,590
Pasillo	0,000	0	0,000
Losa	0,701	0,6375	0,447
Pavimento	0,033	0,1375	0,005
		Mcp =	1,042

1.- Seccion en Voladizo

1.1 Peso Propio + Camion en la calzada a 1 pie de la cuneta

Peatones

Carga Peaton =	0,415 t/m ²	x=	0,725 m
		Mp=	0,301 t-m/m

Camion

P =	8,712 t	x=	0 m
E=	1,14	Mcm=	0,000 t-m/m
Mu= 1.3(Mcp+1.67(Mp+Mcm))		Mu=	2,007 t-m/m

1.2. Peso Propio + Camion en Pasillo (a 1 pie de baranda)

P=	8,712 t	X=	0 m
E=	1,14	Mcm=	0,000 t-m/m
Mu= 1.3*(Mcp+Mcm)		Mu=	1,354 t-m/m

2.-Tramo entre vigas y apoyo central

Cargas Permanenetes

Losa=	0,55 t/m		
Pavimento=	0,12 t/m		
cp =	0,67 t/m	Mcp =	0,80 t-m/m

Carga Movil

P=	8,712 t	Mcm=	3,63 t-m/m
Mu= 1.3(Mcp+1.67Mcm)		Mu=	8,92 t-m/m

Fuente: Elaboración Propia

8 PREDISEÑOS

8.1 DISEÑO GEOMÉTRICO

Luego de los análisis realizados en las etapas anteriores y reuniones sostenidas con la contraparte técnica, la categoría del camino corresponde a Desarrollo para la Variante Caulín y Local para la Ruta W-160, con una velocidad de proyecto de 50 Km/hr y 60 Km/hr respectivamente, teniendo en consideración "La Guía de Diseño Estructural para Caminos de Bajo Tránsito" y el "Instructivo de Caminos Básicos por Conservación e Intermedios". En consecuencia, el diseño geométrico se ajusta a lo anteriormente indicado.

8.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS

Respecto a las soluciones de pavimentos, se ha dividido en análisis en 2 tramos: Ruta W-160, la variante Caulín.

Ruta W-120 (Variante Caulín, Tramo 3)

Para la Ruta W-120 se propone un diseño de pavimento de carpeta granular, debido a que se trata de una apertura de camino de bajo tránsito. Se propone una base granular CBR 60% de 15 cm.

Ruta W-160 (Tramo 4)

Para la Ruta W-160 se evaluó con un doble tratamiento superficial (DTS)

El TMDA y los ejes equivalentes de la Ruta W-160 se indican en la siguiente tabla.

Tabla N° 8-1
TMDA y Ejes Equivalentes en Ruta W-160

		TMDA					
año		LIV	CS	CP	BUS	BUS	TOTAL
0	2015	293	41	8	0	0	341
1	2016	305	43	8	0	0	356
2	2017	318	45	9	0	0	372
3	2018	332	47	9	0	0	388
4	2019	347	49	9	0	0	404
5	2020	362	51	10	0	0	422
6	2021	375	53	10	0	0	437
7	2022	388	54	10	0	0	453
8	2023	402	56	11	0	0	469
9	2024	417	58	11	0	0	486
10	2025	432	61	12	0	0	504
11	2026	447	63	12	0	0	522
12	2027	464	65	12	0	0	541
13	2028	480	67	13	0	0	561
14	2029	498	70	13	0	0	581
15	2030	516	72	14	0	0	602
16	2031	534	75	14	0	0	623
17	2032	554	78	15	0	0	646

TMDA							
año	LIV	CS	CP	BUS	BUS	TOTAL	
18	2033	574	80	15	0	0	669
19	2034	594	83	16	0	0	694
20	2035	616	86	16	0	0	719
	veh 20 años	1.298	247	0	0		
	veh acum 20 años	473.636	90.287	0	0		
	EEQ/ VEH	0,33	2,58	1,88	1,88		
	EEQ ACUM	389.240	0	0	0		
	Total EEQ	389.240					

Fuente: Elaboración Propia

Los datos de mecánica de suelos utilizados para este tramo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 8-2
Mecánica de Suelos Utilizada

Eje Principal												
Pozo	Dm	No/Prof	Hras	USCS	IP	LL	CBR 95	D NAT	Dens %	CBR NAT	Mr	Mr Dis
10	12.860,000	2/0,21-1,55	0	ML	NP		14	2,520	88,0	9	94,35	94,35
11	6.320,000	3/1,19-1,53	1	SM	NP		41	2,740	88,0	20	170,38	170,38
12	1.620,000	2/0,18-0,42	0	ML	NP		16	2,540	86,0	6	101,54	101,54
											promedio	52,33
											Desv Stan	64,45
											Coef Var	1,23

Fuente: Elaboración Propia

Sobre la base de PAVIVIAL se propone la siguiente estimación del diseño de pavimento:

Tabla N° 8-3
Resultados

EE EN PISTA DISEÑO (miles):	389
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%):	25,00
CBR (%) BASE:	80
CBR (%) SUBBASE:	40
CBR (%) SUBRASANTE PARA DISEÑO :	23
ESPESOR MINIMO CAPAS [mm]	173
ESPESOR BASE [mm]	150
ESPESOR SUBBASE [mm]	150
I. E. DISEÑO	387
I. E. CALCULADO	424

Fuente: Elaboración propia, a base de PAVIVIAL

Sin embargo se adopta como primera base un CBR de 100%, a efectos de ser más conservador.

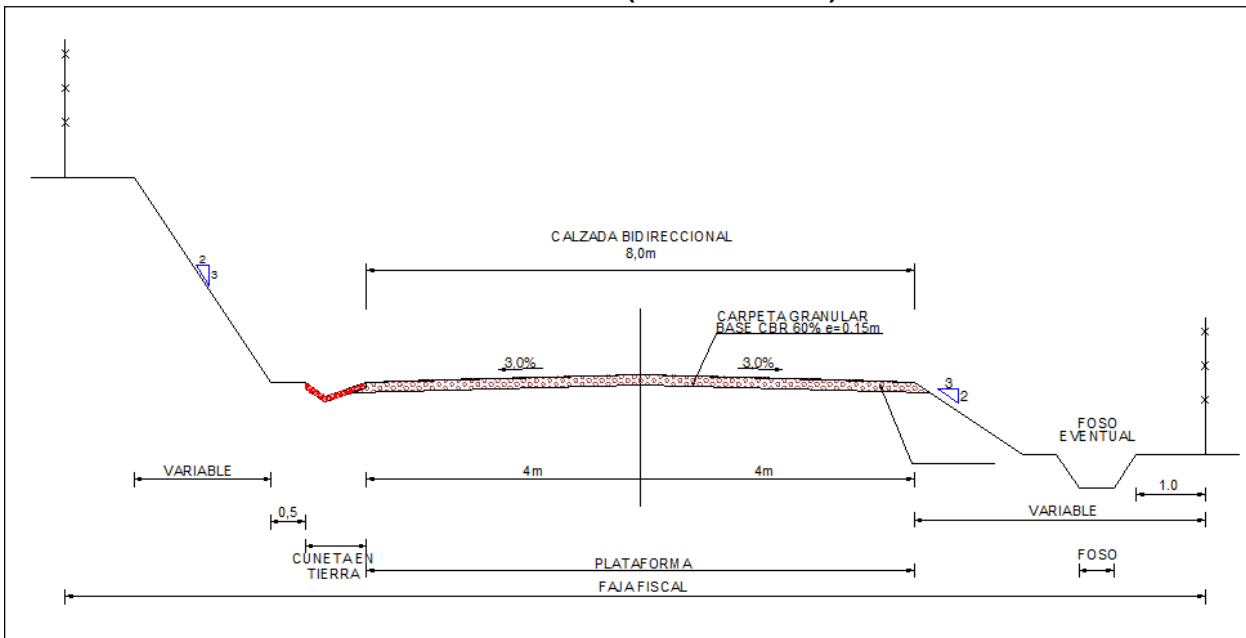
8.2.1.1.1 Diseño de Perfil Tipo

Perfil Tipo

Se proponen tres perfiles tipo a emplear en el mejoramiento de las rutas en estudio, de calzada bidireccional y ancho de pista de 3m, con bermas de 0,5m y SAP de 0,5m.

El primer perfil corresponde a una carpeta granular de rodadura y cuya superficie no contempla otro tipo de revestimiento. Este perfil se utilizará en la apertura de la W-120 (Variante Caulín).

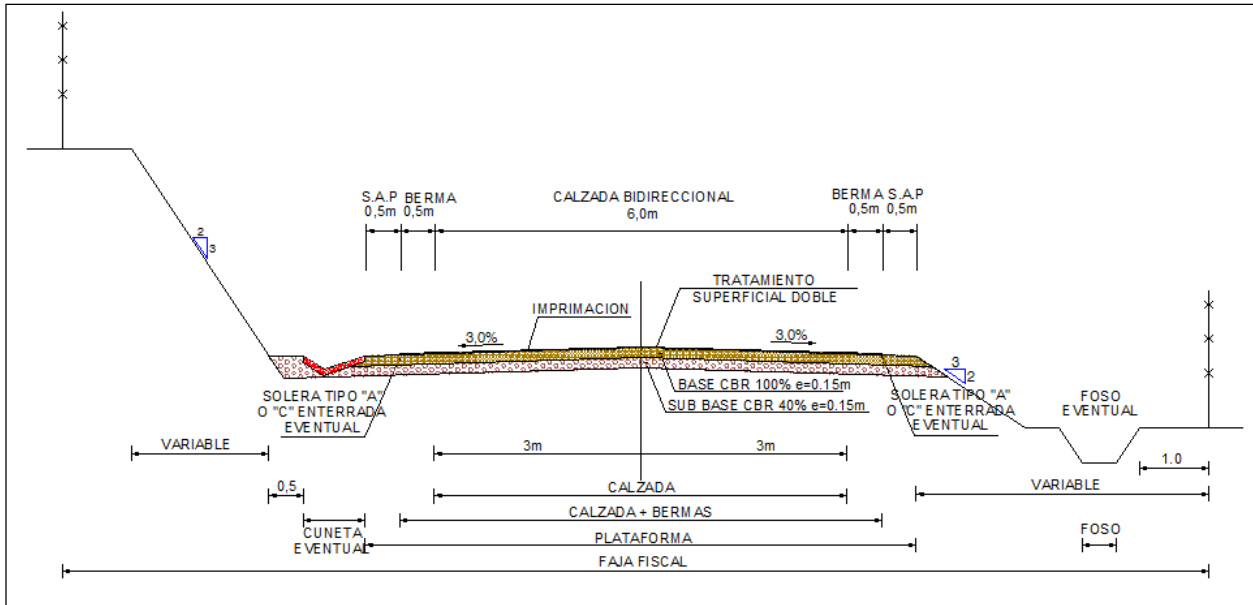
Figura N° 8-1
Perfil Tipo Carpeta Granular
Ruta W-120 (Variante Caulín)



Fuente: Elaboración Propia

El segundo perfil corresponde a un doble tratamiento superficial (DTS) y se utilizará en todo camino cuyo trazado se desarrolle por la faja existente de la ruta W-160 (sector 4) entre los Dm 0 y Dm 8.350 y entre Dm 8.700 y 13.042,029.

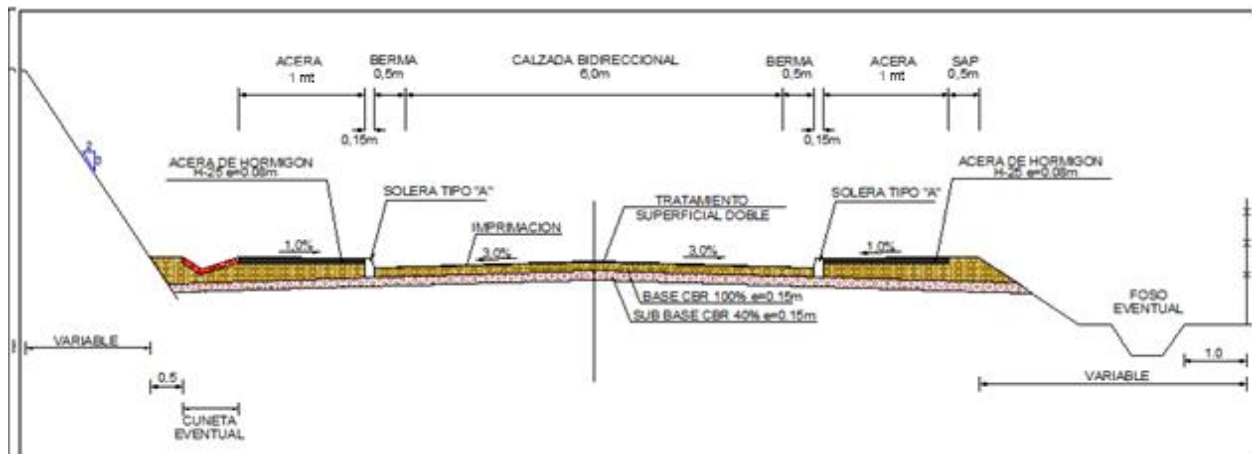
Figura Nº 8-2
Perfil tipo DTS
Ruta W-160 Huicha - Caulin



Fuente: Elaboración Propia

El tercer perfil corresponde a un doble tratamiento superficial (DTS) y aceras de hormigón de 2m a cada lado del camino y se utilizará en todo camino cuyo trazado se desarrolle por la faja existente de la ruta W-160 (sector 4) entre el Dm 8.350 y Dm 8.700, y entre los Dm 12.660 y Dm 12.860.

Figura Nº 8-3
Perfil tipo DTS con aceras
Ruta W-160 bordes consolidados



Fuente: Elaboración Propia

8.3 HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

El presente capítulo tiene por objeto resumir el estudio hidrológico e hidráulico del estudio de preinversión denominado "**Construcción Conexión Vial Rutas W-120-160, Sector; Huicha – Caulín – Chacao, Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos**".

El estudio hidrológico se inicia con el análisis de la pluviometría de la zona. En particular de las lluvias máximas en 24 horas, por lo que se requiere de métodos indirectos para estimar caudales.

Para tal efecto se recopila información disponible en la Dirección General de Aguas (D.G.A.). Con estos antecedentes se realiza un análisis de frecuencia de las diferentes estadísticas que entrega la magnitud de las lluvias para diferentes períodos de retorno, conforme a la tabla 3.702.3B del M.C. V-3.

Esta información permite el cálculo indirecto de intensidades y caudales a través de las relaciones precipitación-escorrentía, expresadas por los métodos Racional, DGA-AC y Verni-King.

8.3.1 Hidrología

8.3.1.1 Antecedentes Pluviométricos

En la zona de estudio se utilizará la estadística de precipitación máxima en 24 horas de las siguientes Estaciones Pluviométricas:

**Tabla N° 8-4
Estaciones Pluviométricas**

ESTACIÓN	CÓDIGO BNA	ALTURA	COORDENADA UTM	
		MSNM	NORTE	ESTE
QUEMCHI	10900001-9	5	5.333.375	626.185
CASTRO	10901002-2	50	5.298.552	600.771
ANCUD	10903003-1	20	5.364.734	598.009
CHEPU	10904005-3	20	5.344.481	584.899

Fuente: DGA-MOP

En la figura siguiente se muestra el plano de ubicación de estas estaciones y las estadísticas de precipitación máxima en 24 horas se muestran en las Tablas N° 8-5 a la Tabla N° 8-8.

Figura N° 8-1
Ubicación Estaciones Pluviométricas



Fuente: elaboración propia

Tabla N° 8-5
Estación Pluviométrica: Quemchi

Año	Pmax 24 h mm
1999	60.50
2000	75.00
2001	107.50
2002	87.00
2003	74.00
2004	82.00
2005	107.00
2006	75.00
2007	60.00
2008	97.00
2009	77.00
2010	72.70

Fuente: DGA-MOP

Tabla N° 8-6
Estación Pluviométrica: Castro

Año	Pmax 24 h mm
1992	37.00
1993	64.00
1994	76.00
1995	56.00
1996	69.00
1997	44.00
1998	46.60
1999	83.00
2000	53.00
2001	120.00
2002	86.80
2003	56.00
2004	39.00
2005	46.00
2006	44.10
2007	57.00
2008	59.60
2009	37.20

Fuente: DGA-MOP

Tabla N° 8-7
Estación Pluviométrica: Ancud

Año	Pmax 24 h mm
1992	47.50
1993	49.00
1994	50.00
1995	60.40
1996	59.80
1997	49.50
1998	53.00
1999	78.00
2000	74.00
2001	94.00
2002	70.00
2003	58.10
2004	50.30
2005	59.30
2006	70.00
2007	46.00
2008	83.00
2009	73.00
2010	45.00

Fuente: DGA-MOP

Tabla N° 8-8
Estación Pluviométrica: Chepu

Año	Pmax 24 h mm
1999	73.30
2000	91.50
2001	106.60
2002	76.50
2003	112.00
2004	65.00
2005	68.50
2006	67.00
2007	50.50
2008	50.50
2009	53.20
2010	69.10

Fuente: DGA-MOP

8.3.1.2 Precipitaciones de diseño

Seleccionando el tipo de distribución, se calcula la precipitación de 24 horas para un período de retorno de 10 años. El resultado es amplificado en un 10% debido a que las 24 horas de mayor precipitación, comúnmente no coincide con el intervalo de tiempo de medición (entre las 8:00 y las 20:00 Hrs).

De este modo, la distribución entregada por el método de ji cuadrado y los parámetros de distribuciones, para la estación pluviométrica seleccionada, son los que se muestran en la Tabla N° 8-9.

Tabla N° 8-9
Parámetros Distribuciones
Estación Castro

Normal		Log-Normal	
Promedio	56.14	Promedio	3.994
D. Estándar	15.43	D. Estándar	0.268

Log-Pearson tipo III		Gamma	
Prom.	1.737	Alfa	13.23
D. Estándar	0.141	Beta	4.24
C. Asimetría.	0.000		

Gumbel	
Yn	0.5181
Sn	1.041

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 8-10
Precipitación (mm) Según Distribución Estación Castro

Distribución	Período de retorno en años							
	T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100	T=200	T=500
D. Normal	56,14	69,12	75,91	83,15	87,83	92,04	95,89	100,55
D. Log-Normal	54,24	67,97	76,47	86,72	94,06	101,19	108,18	117,31
D. Gumbel	53,89	70,69	81,81	95,87	106,30	116,65	126,96	140,56
D. Gamma	54,73	68,54	76,60	85,84	92,17	98,12	103,77	110,89
D. Log-Pearson tipo III	53,65	67,70	76,96	88,65	97,41	106,21	115,15	127,24

Fuente: Elaboración Propia

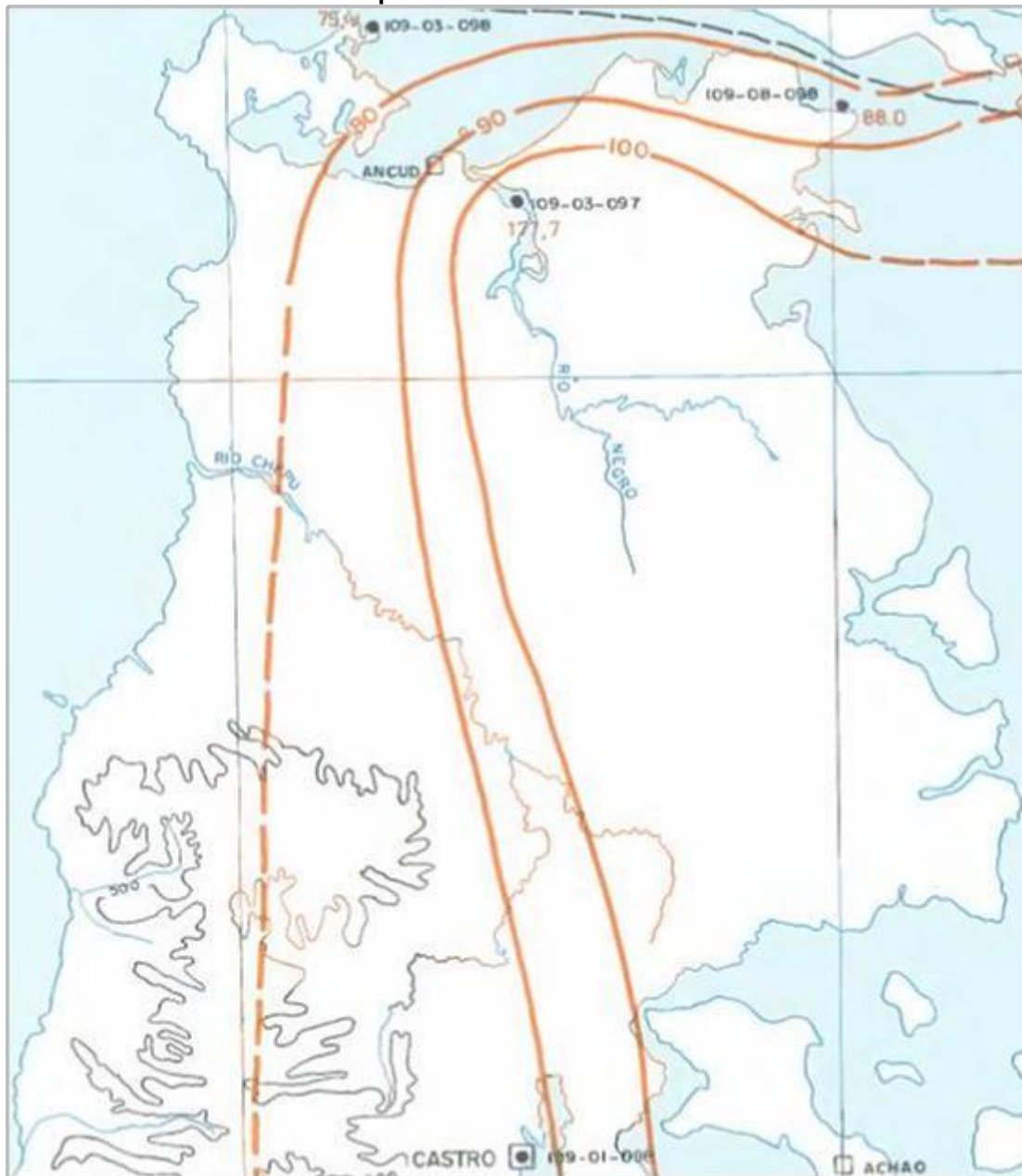
En consecuencia, como se mencionó, se decide por la distribución Gumbel, en que la precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 10 años, es:

$$P_{24}^{10} = 81.8 \text{ mm} \quad (\text{Medición de 8:00 a 20:00})$$

$$P_{24}^{10} = 90.0 \text{ mm} \quad (\text{Amplificado a 24 hrs.})$$

Este valor calculado y adoptado, se ajusta a las Isoyetas mostradas en la siguiente figura.

Figura N° 8-2
Isoyetas DGA – MOP
Precipitación Máxima en 24 horas



Fuente: DGA-MOP

8.3.1.3 Intensidad de Diseño

Para calcular la intensidad de diseño se usaran los factores de duración y frecuencias de la estación pluviográfica Puerto Montt para tormentas de duración igual o superiores a 1 hora. En el caso de tormentas de duración inferior a 1 hora se emplea la expresión propuesta por Bell.

Formulando las $I_t = \frac{P_t}{t}$ ecuaciones, se tiene:

a) Duración igual o superior a 1 hora.

$$P_d^T = K * P_{24}^{10} * CD_d^{10} * CF_d^T$$

Donde:

P_d^T = Precipitación en mm. Con período de retorno de T años y duración d horas ($1 < d < 24$).

K = Coeficiente igual a 1,1 para estimar la lluvia máxima absoluta en 24 horas en función de la lluvia máxima diaria.

CD_d^{10} = Coeficiente de duración.

CF_d^T = Coeficiente de frecuencia

P_{24}^{10} = Precipitación máxima diaria con 10 años de período de retorno, en mm.

b) Duración inferior a 1 hora.

$$P_t^T = P_1^{10} * (0,54 * t^{0,25} - 0,50) * (0,21 * \ln T + 0,52)$$

Donde:

P_t^T = Precipitación en mm. Con períodos de retorno T años y duración t minutos.

T = Duración en minutos.

$\ln T$ = Logaritmo natural del período de retorno en años.

P_1^{10} = Precipitación (mm) con 10 años de período de retorno y duración una hora.

La determinación de las curvas intensidad-duración-frecuencia (I.D.F.), es importante para el uso del método racional en el cálculo de caudales.

Por definición:

I_t: intensidad en mm/h correspondiente a una precipitación de duración "**t**" horas.

P_t: precipitación de duración "**t**" horas.

t: duración de la tormenta de diseño, en horas.

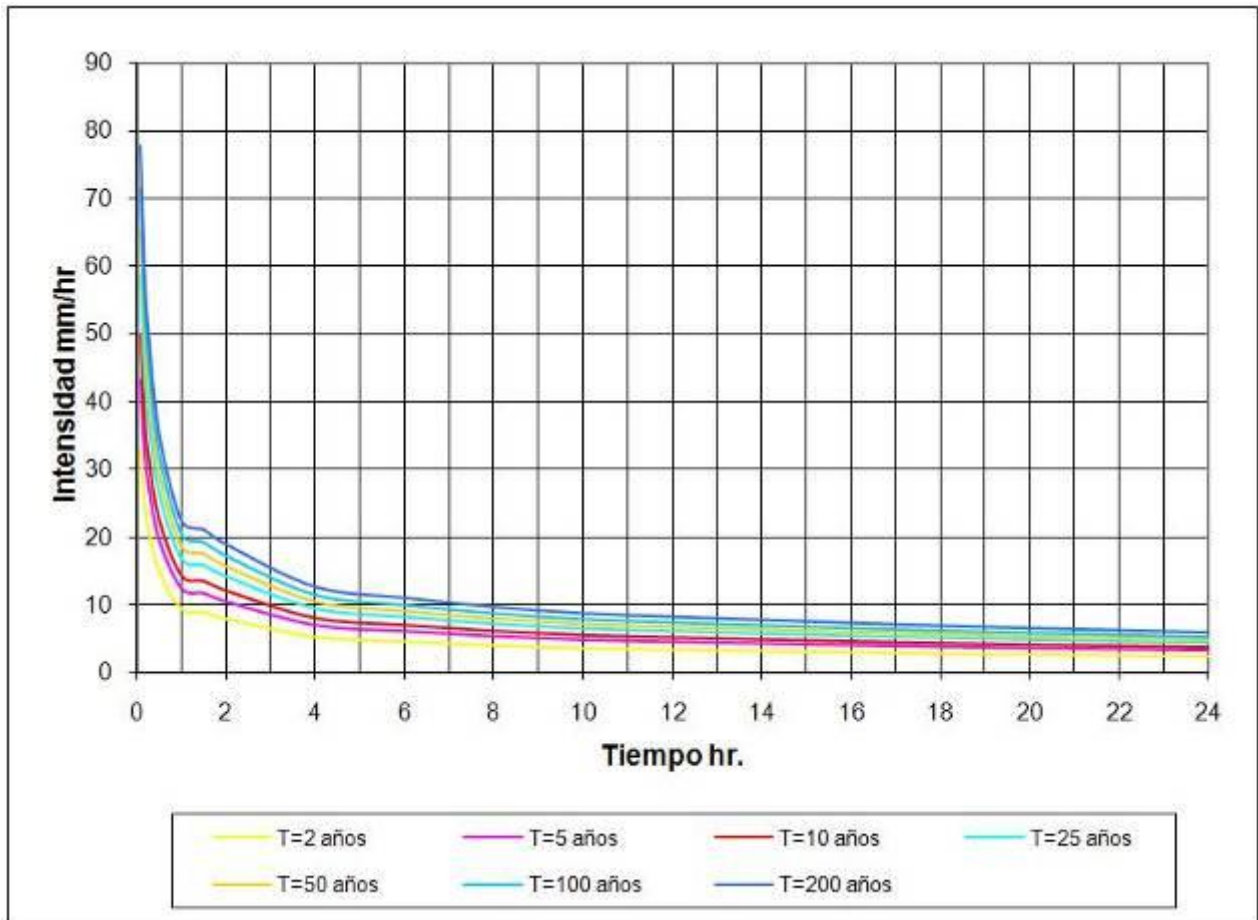
La Tabla N° 8-11, muestra las intensidades para distintos períodos de retorno y duraciones, con las que se obtuvo las curvas I.D.F., las que se grafican en la Figura N° 8-3.

Tabla N° 8-11
Intensidades de Diseño

HORA	MINUTOS	COEFICIENTE DE DURACION	INTENSIDAD						
			T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100	T=200
0.1	5	0,046	33,0	43,3	50,1	58,7	65,1	71,4	77,8
0.2	10	0,072	25,6	33,6	38,9	45,6	50,5	55,4	60,3
0.3	15	0,091	21,6	28,4	32,8	38,5	42,7	46,8	50,9
0.5	30	0,126	15,0	19,7	22,8	26,7	29,6	32,4	35,3
1	60	0,160	9,5	12,4	14,4	16,9	18,7	20,5	22,3
1.5	90	0,226	8,9	11,7	13,5	15,9	17,6	19,3	21,0
2	120	0,270	8,0	10,5	12,1	14,2	15,8	17,3	18,9
4	240	0,360	5,3	7,0	8,1	9,5	10,5	11,5	12,6
6	360	0,470	4,6	6,1	7,0	8,3	9,2	10,1	10,9
8	480	0,550	4,1	5,3	6,2	7,3	8,0	8,8	9,6
10	600	0,620	3,7	4,8	5,6	6,5	7,2	8,0	8,7
12	720	0,700	3,5	4,5	5,2	6,2	6,8	7,5	8,1
14	840	0,770	3,3	4,3	4,9	5,8	6,4	7,1	7,7
18	1080	0,880	2,9	3,8	4,4	5,2	5,7	6,3	6,8
24	1440	1,000	2,5	3,2	3,7	4,4	4,9	5,3	5,8

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 8-3
Curvas IDF



Fuente: Elaboración Propia

8.3.2 Hidráulica

8.3.2.1 Saneamiento de la Ruta.

Obras de Arte Transversales

Se usará el método racional para la estimación de los caudales de aguas lluvias de las hoyas hidrográficas que son interceptados por la ruta, según lo indicado en el Manual de Carreteras, Vol. 3 Diseño., Sección Hidrología:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6}$$

Dónde:

- Q = Caudal de aguas lluvias (m³/s)
- c = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca
- i = Intensidad de la lluvia de diseño (mm/m)
- A = Área tributaria de aguas lluvias (km²)

Para el cálculo del tiempo de concentración de cada cuenca se usaron las fórmulas de la Tabla 3.702.501.A:

- a) California Culverts Practice para cuencas de montañas que indica:

$$T_e = 57 (L^3/H)^{0,385}$$

- b) Giandotti aplicable a cuencas menores de 200 há. y con pendiente.

$$T_c = 60 \left[(4\sqrt{A} + 1,5L) / (0,8\sqrt{Hm}) \right]$$

- c) Normas Españolas $T_c = 18 (L)^{0,76} / (i)^{0,19}$

T_c = Tiempo de Concentración (min)

L = Longitud de cauce (km)

H = Diferencia de nivel total entre cotas extremas de la cuenca (m)

Hm = Diferencia de nivel en m entre la cota media de la cuenca y la salida.

i = pendiente media de la cuenca.

Drenaje Longitudinal

Fosos y Contrafosos Revestidos y sin Revestir

Aquí, se incluyen las obras de saneamiento conformadas por fosos y contrafosos revestidos y sin revestir.

En la mayor parte del camino se contempla fosos y contrafosos sin revestir, con las dimensiones y características que se muestra en las láminas tipo del proyecto.

Los fosos revestidos se proyectaron en sectores de velocidad de escurrimiento alta y restricción de pendiente.

El gasto aportante de los fosos fue calculado utilizando la fórmula racional como sigue:

$$Q_{dis} = \frac{C * I * A}{3600}$$

Donde:

Q: Es el gasto aportante en lt/s.

C: Es el coeficiente de escorrentía de acuerdo con la tabla 3.702.503.B del V3-MC.

Para la estimación del coeficiente de escorrentía del terreno natural, se consideran dos tipos de sectores, los sectores planos y los de mayor pendiente. Estos sectores tendrán los siguientes valores de C:

Tabla N° 8-12
Coefficientes de Escorrentía Áreas Aportante Fosos

FACTORES	VALORES DE C	
	Cuesta	Plano
Relieve del terreno	0,20	0,10
Permeabilidad del suelo	0,08	0,06
Vegetación	0,10	0,08
Capacidad de almacenaje de agua	0,08	0,07
SUMA DE C	0,46	0,31

Fuente: Manual de Carreteras

De esta forma, los caudales son los siguientes:

Tabla N° 8-13
Caudales Unitarios Fosos y Contrafosos

Sector	Lado	C	I (mm/hr)	B (m)	Q (lt/s)
Cuestas	D/I	0.46	38.9	100	0.497 * L
Planos	D/I	0.31	38.9	100	0.335 * L

Fuente: Elaboración Propia

- I: Es la intensidad de lluvia para el tiempo de concentración del tramo de foso o contrafoso. Para el presente estudio se utiliza la intensidad de diseño para un tiempo de concentración de 10 minutos y 10 años de período de retorno $I = 38.9$ mm/hr.
- A: Es el área aportante en m^2 , calculada como $L * B$, donde L es la longitud de foso o contrafoso y B es el ancho aportante.
- Q: Caudal de diseño en lt/s.
- L: Longitud de foso o contrafoso en metros.

Cunetas Revestidas

El gasto aportante de cunetas revestidas fue calculado utilizando la fórmula racional, como sigue:

$$Q_{dis} = \frac{C * I * A}{3600}$$

Para el coeficiente de escorrentía C, se consideran los tipos de superficie presente, conformado por 10 m de ancho de terreno natural y 4.5 m de ancho de plataforma del camino, como área aportante a las cunetas, considerando la existencia de cortes:

Superficie de asfalto	: 4,5 m	C = 0,92
Superficie de tierra	: 10,0 m	C = 0,45

Con lo anterior se tienen los siguientes coeficientes de escorrentía:

Tabla N° 8-14
Coeficientes de Escorrentía Áreas Aportante Cunetas

Descripción	Lado	Ancho Aportante (m)		Coef. de Escorrentía		C
		T. Natural	Calzada	T. Natural	Calzada	
Cuneta Revestida	D/I	10	4,5	0,45	0,92	0,60

Fuente: Elaboración Propia

Como intensidad de diseño (I), se utiliza el valor $I = 38.9$ mm/hr.

El área aportante (A), fue calculada como $L * B$, siendo L la longitud de la cuneta y B el ancho aportante. Este último valor fue estimado en 14,5 metros:

Tabla N° 8-15
Caudales Unitarios Cunetas

Sector	Lado	C	I (mm/hr)	B (m)	Q (lt/s)
Total	D/I	0,6	38,9	14,5	0,094 * L

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Q = Caudal de diseño en lt/s.

L = Longitud del tramo de cuneta revestida en metros.

8.3.2.2 Hidráulica Puente Guyundén

A lo largo del trazado, se proyecta solamente 1 puente nuevo, denominado Puente Guyundén, el cual está se encuentra ubicado en el Dm 3.175 de la variante Caulín.

La hidráulica de este puente se ha modelado para determinar el eje hidráulico, con lo cual se logra establecer la cota de aguas máxima para un periodo de retorno de 100 años, en la sección de emplazamiento del nuevo puente Guyundén. Esta modelación se realizó utilizando el programa HEC-RAS 4.0 (*Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers*). Para esto, se consideran dos tipos de factores: hidráulicos (caudal, rugosidad de Manning y régimen de flujo), y geométricos (que describen la topografía del río y accidentes).

9 ESTUDIO DE EXPROPIACIONES

El presente capítulo corresponde a las expropiaciones realizadas para materializar el anteproyecto con la alternativa propuesta.

En anexo 4.0-1 del informe final se agregan los respaldos magnéticos de las fichas y antecedentes de los lotes involucrados en el proyecto.

9.1 FAJA FISCAL ACTUAL DISPONIBLE Y EXPROPIACIONES ANTERIORES

Se concurrió a Fiscalía del M.O.P. sin encontrarse expropiaciones relativas a las rutas W-120 y W-160, ni tampoco con los sectores en estudio, por lo que para los efectos de este estudio se utilizará la presunción de Camino Público del art. 26 del DFL N°250.

Se tuvo como antecedente el convenio de la Dirección de Vialidad y Los Sres. Inés Hanning y Claudio Olavarría, de fecha 02 de febrero de 2010, que reconoce dominio privado respecto de parte de la actual Ruta W-120, en las cercanías de Caulín (se incluye en el volumen de anexos).

9.1.1 Propietarios

Se realizaron visitas a terreno, visitando todos los lotes involucrados, constatando que existen algunos inmuebles cuyos propietarios han fallecido y cuyos herederos no han efectuado la Posesión Efectiva de la Herencia, por lo que sus títulos no se encuentran conforme a derecho, para los efectos de solicitar el retiro de los fondos de la indemnización provisional por la expropiación que se deposite en el Tribunal pertinente.

Además, existen algunos loteos de parcelas, que han sido subdivididas, cuyos planos han sido solicitados el Conservador de Bienes Raíces o a los mismos propietarios.

9.1.2 Conservadores de Bienes Raíces

Se concurrió a las oficinas del Conservador de Bienes Raíces de Ancud, donde se efectuó el estudio de todas las propiedades en estudio, revisando los índices y registros de Propiedad, requiriendo copia de la inscripción de dominio para cada predio, excepto aquellos cuyos antecedentes no fueron encontrados.

9.1.3 Ministerio de Bienes Nacionales

Se revisaron los listados de propietarios, a fin de establecer si se encontraban en situación de haber regularizado conforme al procedimiento de Regularización de la Pequeña Propiedad Raíz, del DL 2.695 de 1979 y se solicitó información de los inmuebles fiscales, resultando que la mayoría de ellos se ampara en una inscripción global que abarca hasta la localidad de Castro, por lo que es imposible determinar que parte de los terrenos que comprende no se encuentran transferidos.

9.1.4 Servicio de Impuestos Internos

Se concurrió a las oficinas de este servicio en la ciudad de Castro, donde se examinaron todas las carpetas correspondientes a los sectores involucrados en el proyecto, a fin de determinar los roles de cada predio a expropiar.

9.1.5 Municipalidad de Ancud

Se consultó por la existencia de terrenos municipales y 2 escuelas afectadas por expropiación, obteniéndose sólo la correspondiente a la Escuela de Caulín Bajo.

9.1.6 Superficies a Expropiar

Se ha tramificado el proyecto en:

Ruta W-160, Variante Caulín, a fin de valorizar cada sector separadamente.

9.1.7 Ancho de Faja Actual

No se encontraron planos de expropiación anteriores que den cuenta de una faja fiscal uniforme, por lo que se procedió a utilizar los cercos existente en terreno que delimitan las rutas, proyectándolos en aquellos casos en que no se encontrara cercos existente, mediante un cerco presunto.

9.1.8 Faja de Expropiación Proyectada

Se ha estimado una faja variable para las rutas proyectadas, ajustándolas al mínimo necesario para materializar las obras.

9.1.9 Planos de Expropiación

En el volumen IV del informe final se muestran los planos de expropiaciones del anteproyecto realizado.

9.1.10 Estimación de Elementos a Considerar en la Indemnización por Expropiación.

9.1.10.1 Terreno

Se han determinado las superficies a expropiar a cada propietario, resultando que los terrenos no presentan grandes diferencias de ubicación respecto de la conexión a la Ruta 5, o su proximidad a la costa, por lo que para este estudio se ha aplicado un valor parejo a todos ellos, pues se trata de terrenos situados fuera del Plan Regulador y con características similares.

9.1.10.2 Edificaciones afectadas

Se ha utilizado la restitución aerofotogramétrica para el emplazamiento y dibujo de las construcciones afectadas, las que han sido valorizadas a un valor promedio de 6 UF/m², valor que cubre las áreas edificadas a demoler, considerando los tipos de construcción, estado de conservación y edad promedio.

9.1.10.3 Plantaciones o Especies Forestales

En los terrenos consultados para esta alternativa hay plantaciones forestales de eucaliptus, además de las especies nativas, que deben ser valorizadas, por lo que para los efectos de este informe, se establece un porcentaje que se calcula sobre el valor de los terrenos expropiados y que se estima cubre cualquier elemento valorizable de éste ítem que pueda verse afectado, el que se ha fijado en un 20% del valor del terreno.

9.1.10.4 Otros ítems valorizables afectados

Cualquier elemento valorizable no considerado anteriormente, como pozos u otras instalaciones subterráneas, que se vea afectado por el trazado propuesto deberán ser incluidos en la indemnización final que se pague al propietario de los terrenos donde se encuentren. Sin embargo, para la identificación y valorización de este ítem se requiere el concurso del mismo propietario a fin de que autorice el ingreso y catastro de estos elementos.

Atendido que el proyecto se encuentran en una etapa de anteproyecto se establece un porcentaje que se calcula sobre el valor de los terrenos expropiados y que se estima cubre cualquier elemento valorizable de éste ítem que pueda verse afectado, el que se ha fijado en un 10% del valor del terreno.

9.1.10.5 Costos administrativos de la expropiación

Conviene tener presente que también se ha de considerar el costo del proceso administrativo de expropiación. En efecto, se estima que la tramitación, escrituración, inscripción y pago de los terrenos expropiado tiene un costo aproximado de 60 UF por cada lote a expropiar (fuente Unidad de Expropiaciones de la Coordinación de Concesiones M.O.P.). Este costo no puede ser determinado en esta etapa del estudio pues se desconoce el número real de lotes de expropiación que se requerirán para el desarrollo de las obras.

9.1.10.6 Factor de riesgo

Se ha establecido un factor de riesgo equivalente al 30% calculado sobre la suma de los valores de terreno. Este factor de riesgo cubre el valor de las plantaciones, construcciones existentes y de otros, las variaciones en el valor del terreno que puedan producirse hasta la fecha que realmente se realicen las expropiaciones de terreno, las demasías que puedan solicitarse así como los juicios que puedan surgir durante la tramitación del proceso expropiatorio.

9.1.11 Estimación del Costo de Expropiaciones

La estimación de costos se realiza a través de un análisis global a partir de la información de valores referenciales para ventas de terreno, según se detalla a continuación.

Para la determinación del valor de los terrenos se procedió según el método comparativo, esto es, realizando un estudio del valor de las distintas ventas u ofertas realizadas en el sector para propiedades de similares características, generando de esta manera una media o valor promedio que se adopta como valor de mercado para los terrenos de la respectiva zona homogénea.

El valor de las plantaciones o especies forestales y de los otros ítemes valorizables se han establecido como un porcentaje, calculado sobre el valor del terreno expropiado.

Otra variable se ha denominado factor de riesgo y asciende a un 30% del valor total del terreno expropiado.

Características de los terrenos

Los terrenos son rurales, no regidos por Plan Regulador, por lo que no hay normativas ni zonas específicas que diferencien unas de otras por estar regidos por un instrumento de planificación territorial

Los inmuebles afectados son agrícolas, dedicados al uso ganadero y forestal en su mayoría, no aptos para agricultura intensiva, por lo que su valor actualmente se encuentra en la parte baja del promedio a nivel regional.

Fijación del valor promedio de suelo.

Para este estudio se han considerado ofertas vigentes encontradas en la zona, las que se han promediado. Dichas ofertas son las siguientes:

Tabla N° 9-1
Cuadro Valores referenciales de precios de suelo

Nº	Uso Actual	Comuna	Ubicación	Tipo de Transacción	Superficie (m ²)	Uf/m ² Construido	Valor Unitario (UF/m ²)	Observaciones
1	agrícola	Ancud	Playa Caulín	Oferta Internet	5.000,00	520	0,04	http://venta-casas.nuroa.cl/controller?action=item&id=77937463&pos=1&featured=-1
2	agrícola	Ancud	Caulín	Oferta Internet	70.000,00	0	0,02	http://venta-casas.nuroa.cl/controller?action=item&id=66987287&pos=6&featured=-1&searchId=28459954&page=13
3	agrícola	Ancud	Frente al canal Chacao, península Lacuy	Oferta Internet	90.000,00	780	0,03	http://venta-casas.nuroa.cl/controller?action=item&id=66667067&pos=8&featured=-1&searchId=28460844&page=14
4	agrícola	Ancud	Orillas de playa Huicha	Oferta Internet	5.000,00	0	0,02	http://www.propiedadesancud.cl/huicha.html
5	agrícola	Ancud	Orillas de playa Huicha	Oferta Internet	5.000,00	0	0,04	http://www.propiedadesancud.cl/huicha.html

Nº	Uso Actual	Comuna	Ubicación	Tipo de Transacción	Superficie (m ²)	Uf/m ² Construido	Valor Unitario (UF/m ²)	Observaciones
6	agrícola	Ancud	sector costero de Pugeñún	Oferta Internet	69.900,00	0	0,04	http://www.propiedadesancud.cl/puguenun.html
7	agrícola	Ancud	Parcelas en Chacao	Oferta Internet	50.000,00	0	0,04	http://www.bienesonline.com/chile/detalle-propiedad/TEV1796
8	agrícola	Ancud	Caulín frente al mar	Oferta Internet	5.000,00	0	0,10	http://www.portalinmobiliario.com/propiedades/fichas.asp?PropID=788014&Pag=1&Ant=2&Sig=4&TId=14&Old=1,3&IdCom=255
9	agrícola	Ancud	Huicha	Oferta Internet	5.000,00	160	0,05	http://www.adoos.cl/post/12409735/c_hilooa_parcelas_frente_al_mar_en_huicha_ancud
10	agrícola	Ancud	Huicha	Oferta Internet	5.000,00	0	0,05	http://www.adoos.cl/post/12409735/c_hilooa_parcelas_frente_al_mar_en_huicha_ancud

Fuente: Elaboración Propia

El promedio obtenido de estos valores alcanza a 0,04 UF/m² el valor del terreno, sin embargo, como no se han revisado transacciones efectivas se ha aumentado en un 50% el valor del terreno ajustándolo a 0,06 UF/m².

9.1.12 Resultado del Estudio

Los resultados del estudio, aplicando los valores de suelo a las superficies de terreno son las siguientes

Tabla N° 9-2
N° de Lotes y Superficie del Proyecto

Sector	Tramo	Su. Terreno (m ²)	Su. Edificada (m ²)	Nº Lotes
SECTOR 4	RUTA W-160	55.626	192	174
SECTOR 3	VARIANTE CAULIN	69.898	-	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 9-3
Valor Lotes a Expropiar

Tramo	Valor terreno UF/m ²	Valor Edificaciones	Valor Plantaciones UF	Valor Otros UF	Subtotal UF	Riesgo 30% UF	Costos Administración UF	Total Alternativa UF
RUTA W-160	3.338	1.152	668	334	5.491	1.647	10.440	17.578
VARIANTE CAULIN	4.194	-	839	419	5.452	1.636	900	7.988

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 9-4
N° de Lotes y Superficie del Proyecto Situación Base

Sector	Tramo	Su. Terreno (m ²)	Su. Edificada (m ²)	Nº Lotes
FUNDO LOS CISNES	RUTA W-160	5.983	-	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 9-5
Valor Lotes a Expropiar Situación Base

Tramo	Valor terreno UF/m2	Valor Edificaciones	Valor Plantaciones UF	Valor Otros UF	Subtotal UF	Riesgo 30% UF	Costos Administración UF	Total Tramo UF
FUNDO LOS CISNES	359	-	72	36	467	140	60	667

Fuente: Elaboración Propia

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEFINITIVA

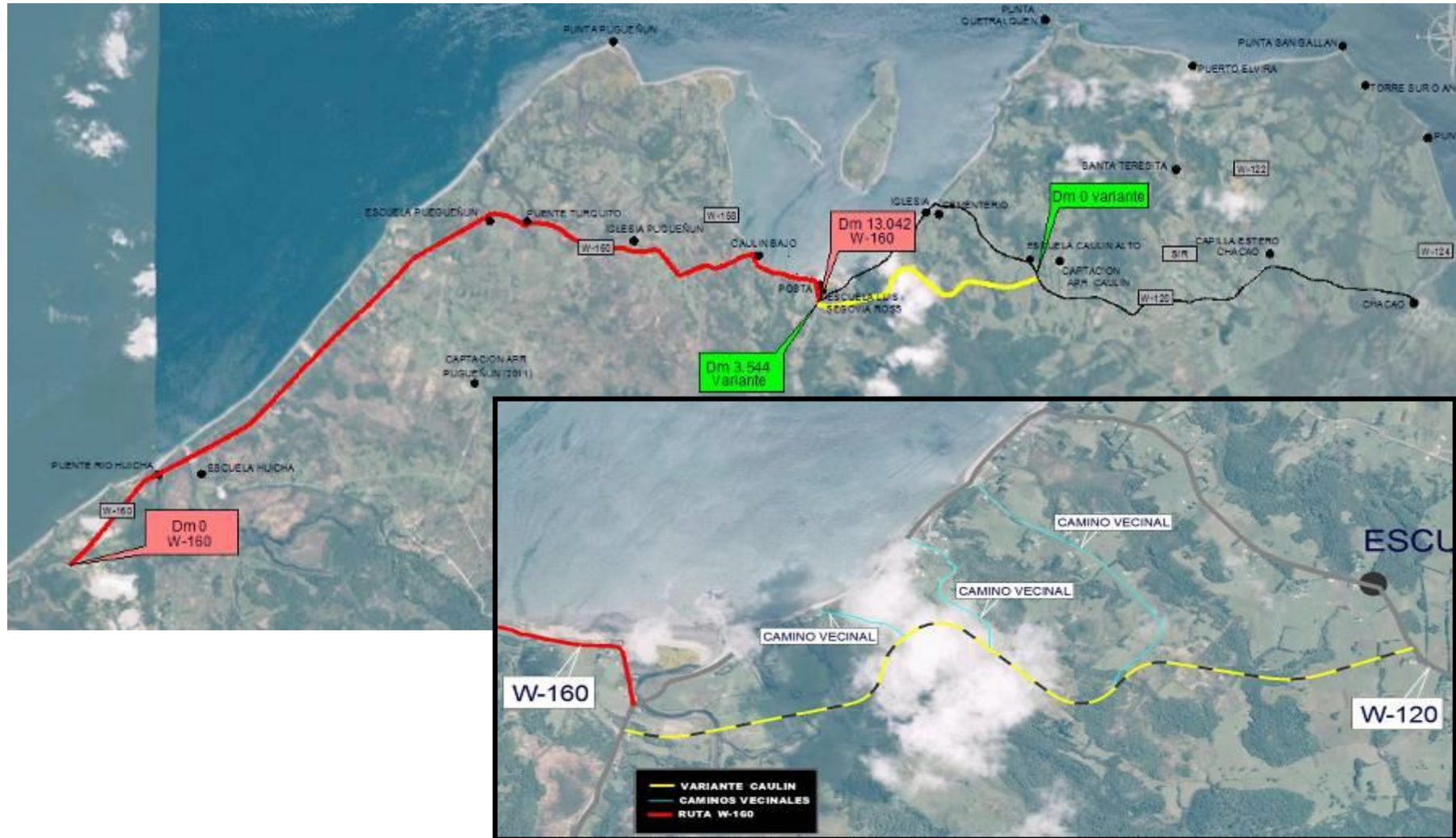
En este capítulo se presentan los resultados obtenidos correspondientes a la evaluación social definitiva del mejoramiento propuesto para el camino Huicha –Caulín, Rutas W-160 pasada por la Bahía Caulín. En esta etapa se trabajó solamente con la alternativa seleccionada y estudiada en detalle, la cual corresponde en este caso a la denominada Alternativa 3-A. La evaluación social desarrollada permite conocer los montos que implican la implementación del proyecto de mejoramiento, además de obtener indicadores económicos para analizar la pertinencia de su materialización, considerando su conveniencia desde el punto de vista de la rentabilidad social.

10.1.1 Alternativa seleccionada e Inversión Social

La Alternativa 3-A pertenece a la última familia de alternativas planteadas en la Fase 3 del estudio, las cuales se circunscriben en el contexto de encontrar un proyecto de mejoramiento adecuado para la conexión estudiada, en los siguientes términos: "definir estándar de cada tramo de la ruta (o conexión) de acuerdo a las necesidades reales para los tránsitos actuales y proyectados". Con la premisa anterior se busca que no se diseñe un proyecto sobredimensionado para las características del sector, ya que se trata de caminos de bajo tránsito, que no significan una alternativa a la Ruta 5, y con una importante componente turística o de acceso a localidades rurales. Lo anterior se tradujo en lo siguiente:

- Se asume que sólo se construye una parte del proyecto original, el tramo "poniente" ubicado entre Huicha y Caulín (Ruta W-160), e incluyendo en este escenario la solución para evitar el paso por el sector inundable de la bahía.
- Se redefinen algunos parámetros de diseño de manera de ajustar los montos de inversión a los beneficios que entrega el proyecto. Lo anterior conlleva una disminución de la velocidad de diseño a un estándar de 60 km/hr en promedio para la Ruta W-160 (local) y para la variante 50 km/hr (desarrollo).

Figura N° 10-1
Alternativa N° 3-A



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la Alternativa 3-A consideró en esta etapa preliminar:

- Mejoramiento con estándar pavimentado en Doble Tratamiento Superficial de la Ruta W-160.
- Construcción de camino variante Caulín, con estándar ripio.
- Expropiaciones asociadas.

**Tabla N° 10-1
Montos de Inversión Alternativa 3-A**

INVERSIONES				
SECTORIZACIÓN	RUTA	INVERSIÓN OBRAS VIALES	TOTAL EXPROPIACIONES	PRESUPUESTO TOTAL ALTERNATIVA + EXPROPIACIONES
SECTOR 3 Dm 0 a Dm 3.562,406 Variante Caulín	VARIANTE CAULIN	1,102,059,360	171,256,202	1,273,315,562
SECTOR 4 Dm 0,00 a Dm 8.350 Ruta W-160	W-160	1,178,036,524	380,736,213	2,323,758,348
SECTOR 4 Dm 8.350 a Dm 8.700 Ruta W-160	W-160 TRAMO CON ACERA PEATONAL	114,547,245		
SECTOR 4 Dm 8.700 a Dm 12.660 Ruta W-160	W-160	567,285,122		
SECTOR 4 Dm 12.660 a Dm 12.860 Ruta W-160	W-160	46,643,774		
SECTOR 4 Dm 12.860 a Dm 13.042,029 Ruta W-160	W-160	36,509,470		
PRESUPUESTO TOTAL OBRAS		3,045,081,496	551,992,415	3,597,073,911
Inversiones Consideradas		3,045,081,496	551,992,415	3,597,073,911
Valor Incluido IVA		3,623,646,980	551,992,415	4,175,639,395

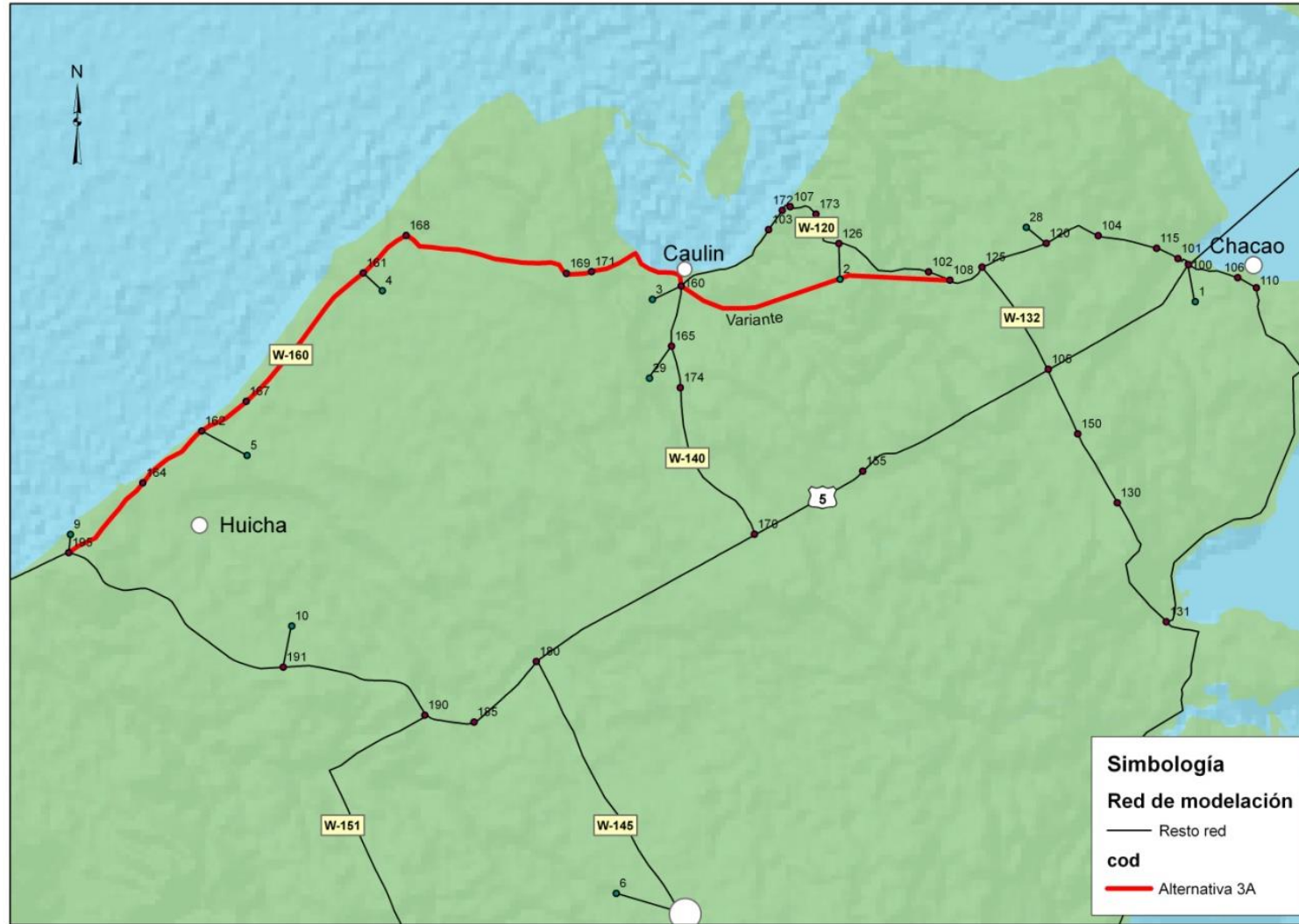
Fuente: Elaboración Propia

Se debe notar que la inversión a utilizar en la evaluación económica no considera las expropiaciones correspondientes al sector 2 (W-120, paso por Fundo Los Cisnes), ya que este desembolso debe ser realizado tanto en el escenario sin proyecto, como en el caso que se realice la obra. Vale decir, forma parte de la “situación base mejorada”.

10.1.2 Modelación de transporte definitiva Alternativa 3-A

Las características del proyecto a implementar (definidas en la Etapa 4), fueron debidamente incorporadas al modelo de transporte, modificando las características de los arcos involucrados, y generando nuevos arcos representativos de sectores consistentes en aperturas y/o variantes. Así la red de modelación que incluye el mejoramiento asociado a la Alternativa 3-A queda estructurada de la siguiente manera.

Figura N° 10-2
Red de Modelación Alternativa 3-A



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se presentan los parámetros de los arcos modificados en el eje de proyecto.

Tabla N° 10-2
Parámetros Modelación Arcos de Proyecto, Alternativa 3-A

NI	NJ	tramo	Longitud (km)	Velocidad (km/hr)	Costo operacional (\$/km)	
					Cs	Cp
108	160	Alternativa - Caulín	5,00	40	321	955
160	171	Caulín - Pugeñún	1,89	64	179	473
171	169		0,43	61	179	474
169	168		2,86	76	156	391
168	161	Pugeñún - Huicha	0,98	68	172	448
161	163		2,02	86	146	343
163	167		0,94	86	147	315
167	162		0,91	86	147	297
162	164	Huicha - Ruta 5	1,35	77	138	286
164	195		1,76	83	145	338

Fuente: Elaboración Propia

Se aplicó el modelo de transporte en plataforma EMME/2, en las situaciones base y con proyecto, para cada uno de los tipos de vehículos relevantes. Los resultados para los años 2010 (actual) y 2030 (último corte modelado) se presentan en las siguientes figuras y tablas.

Tabla N° 10-3
Flujos Modelados Eje de Proyecto, Alternativa 3-A

Nodo I	Nodo J	Tramo	Año 2015 (veh/día)					Año 2030 (veh/día)				
			VL T	VL NT	CS	CP	TMDA	VL T	VL NT	CS	CP	TMDA
108	160	Variante Caulín	14	65	2	0	81	24	114	4	0	143
160	171	Caulín - Pugeñún	44	249	41	8	342	78	439	72	14	602
171	169	Caulín - Pugeñún	44	249	41	8	342	78	439	72	14	602
169	168	Caulín - Pugeñún	44	249	41	8	342	78	439	72	14	602
168	161	Pugeñún - Huicha	44	249	41	8	342	78	439	72	14	602
161	163	Pugeñún - Huicha	47	358	42	10	458	82	631	75	18	807
163	167	Pugeñún - Huicha	47	358	42	10	458	82	631	75	18	807
167	162	Pugeñún - Huicha	47	358	42	10	458	82	631	75	18	807
162	164	Huicha - Ruta 5	58	407	68	25	557	102	717	119	43	982
164	195	Huicha - Ruta 6	58	407	68	25	557	102	717	119	43	982

Fuente: Elaboración Propia

10.1.3 Estimación de ahorro de recursos

Los resultados obtenidos a partir del modelo de transporte permiten estimar los ahorros de consumos de recursos. Para esto es necesario calcular los consumos totales de recursos en las situaciones base y con proyecto modeladas. Lo anterior se realiza para los siguientes ítems:

- Tiempo de viaje: los consumos de tiempo de viaje son extraídos directamente de las corridas con el modelo EMME/2 para la situación base y con proyecto, ponderando para cada arco de la red el tiempo de viaje y el flujo vehicular.
- Costos de operación de los vehículos: Los costos de operación son calculados a partir de los resultados de transporte, principalmente flujos vehiculares, para posteriormente utilizar el modelo COPER.

a) Tiempo

Las siguientes tablas presentan los consumos de tiempo expresados en unidades monetarias tanto para la situación con proyecto como en la situación base.

Tabla N° 10-4
Consumo de Tiempo por Alternativa, (\$ dic. 2010/día)

Escenario	Consumo Horas/Día				Consumo \$ dic. 2010/día			
	CP ¹	CS	VL	VLT	CP	CS	VL	VLT
Año 2015								
Base	433,5	465,9	2,100.5	440.8	2,003,072.9	2,152,927.6	15,795,802.8	3,314,810.7
Alternativa 3-A	429,1	458,5	2,059.0	432.6	1,982,715.5	2,118,858.8	15,483,585.1	3,252,994.6
Año 2020								
Base	535,7	575,8	2,596.0	544.8	2,475,562.5	2,660,765.3	19,521,754.5	4,096,716.1
Alternativa 3-A	530,3	566,7	2,544.7	534.6	2,450,403.1	2,618,660.2	19,135,890.1	4,020,318.7
Año 2030								
Base	763,9	821,1	3,701.9	776.8	3,530,144.6	3,794,243.1	27,837,962.1	5,841,904.7
Alternativa 3-A	756,2	808,1	3,628.7	762.4	3,494,267.4	3,734,201.4	27,287,720.7	5,732,962.1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10-5
Ahorro de tiempo, (Millones\$ dic. 2009/día)

Corte Temporal	Ahorro \$ dic. 2009/día				
	CP	CS	VL	VLT	Total
2015	20,357.4	34,068.8	283,196.1	76,374.0	413,996.3
2020	25,159.4	42,105.1	349,997.0	94,389.3	511,650.8
2030	35,877.2	60,041.7	499,094.7	134,598.9	729,612.5

Fuente: Elaboración Propia

b) Consumo Operacional

Las siguientes tablas presentan los consumos operacionales del sistema.

Tabla N° 10-6
Consumo Operacional por Alternativa, (\$ dic. 2010/día)

Escenario	Consumo \$ dic. 2010/día			
	CP	CS	VL	VLT
Año 2015				
Base	2,425,676.0	1,386,493.3	3,400,919.5	768,309.0
Alternativa 3-A	2,397,103.4	1,355,275.6	3,363,952.1	758,788.3
Año 2020				
Base	2,997,850.2	1,713,542.7	4,203,136.5	949,539.5
Alternativa 3-A	2,962,537.9	1,674,961.2	4,157,449.2	937,773.1
Año 2030				
Base	4,274,925.2	2,443,506.6	5,993,659.8	1,354,040.5
Alternativa 3-A	4,224,570.0	2,388,489.5	5,928,509.8	1,337,261.6

Fuente: Elaboración Propia

¹ Se consideran los siguientes códigos por tipo de vehículo y categoría

CP: Camiones Pesados
CS: Camiones Simples
VL: Vehículos Livianos No Turista
VLT: Vehículos Livianos Turista

Tabla N° 10-7
Ahorro de Consumo Operacional, (Millones\$ dic. 2009/día)

Corte Temporal	Ahorro \$ dic. 2010/día				
	CP	CS	VL	VLT	Total
2015	28,572.55	31,217.76	36,967.36	9,520.66	106,278.34
2020	35,312.31	38,581.49	45,687.31	11,766.42	131,347.53
2030	50,355.24	55,017.08	65,149.97	16,778.88	187,301.17

Fuente: Elaboración Propia

10.1.4 Ahorros por operación continua del camino

En la situación base se ha supuesto que no se soluciona el problema de la inundación del camino en el sector de la Bahía de Caulín, por lo cual existen cortes del camino que generan que los vehículos que circulan por el sector desarrollen extensos circuitos para poder realizar sus viajes.

Se ha considerado que se producen cortes en el camino cada 14 días (2 veces por fase lunar) durante 16 horas cada vez. Esto implica que el camino está cortado un 4,8% del tiempo.

Por otro lado, en cada una de las alternativas estudiadas propone una solución para el problema, y por lo tanto los vehículos pueden circular normalmente por este tramo de camino, evitando los circuitos mencionados.

Este mejoramiento entonces, produce que cada alternativa de proyecto genere un ahorro de consumo de recursos (tiempo de viaje, distancias recorridas). Este ahorro se ha calculado simulando el corte del camino con el modelo de redes calibrado para el presente estudio. Los ahorros que se producen para cada alternativa producto de la solución del problema de anegamiento, se resumen en las siguientes tablas.

Tabla N° 10-8
Ahorro de Tiempo, Caso con Corte (\$ dic. 2010/día)

Corte Temporal	Ahorro \$ dic. 2010/día				
	CP	CS	VL	VLT	Total
2015	1019.9	1863.3	16023.5	3093.9	22000.6
2020	1260.5	2302.8	19803.2	3823.7	27190.2
2030	1797.4	3283.7	28239.3	5452.6	38773.1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10-9
Ahorro de Consumo Operacional, Caso con Corte (Millones\$ dic. 2010/día)

Corte Temporal	Ahorro \$ dic. 2010/día				
	CP	CS	VL	VLT	Total
2015	1299.2	1485.4	1564.8	405.9	4755.3
2020	1605.7	1835.7	1933.9	501.6	5876.9
2030	2289.7	2617.8	2757.8	715.3	8380.5

Fuente: Elaboración Propia

Al combinar los ahorros provenientes de ambos escenarios (Con Corte y Sin Corte), se obtiene finalmente los siguientes valores de ahorro por corte temporal y tipo de vehículo.

Tabla N° 10-10

Ahorro de Tiempo, Valores Definitivos (\$ dic. 2010/día)

Corte Temporal	Ahorro \$ dic. 2010/día				
	CP	CS	VL	VLT	Total
2015	20,430.6	34,459.2	313,993.6	62,033.2	430,916.5
2020	25,249.8	42,587.5	388,059.1	76,665.7	532,562.1
2030	36,006.1	60,729.6	553,371.1	109,325.0	759,431.9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10-11

Ahorro de Consumo Operacional, Valores Definitivos (Millones\$ dic. 2009/día)

Corte Temporal	Ahorro \$ dic. 2009/día				
	CP	CS	VL	VLT	Total
2015	28,934.61	31,750.77	37,193.56	9,584.89	107,463.83
2020	35,759.78	39,240.22	45,966.86	11,845.80	132,812.66
2030	50,993.33	55,956.43	65,548.61	16,892.08	189,390.45

Fuente: Elaboración Propia

10.1.5 Costos de conservación

Se estimaron costos de conservación para las situaciones base y con proyecto estudiadas en la presente evaluación. En el caso de la base, el plan ha sido estudiado para la Ruta W-160 entre Ruta 5 y Caulín, agregando a lo anterior la Ruta W-120 sólo en el tramo correspondiente a la pasada por la localidad y la Playa de Caulín.

En el caso de la situación con proyecto se considera la carpeta pavimentada para la Ruta W-160, y un estándar de ripio para la variante.

Para obtener lo anterior se aplicó el programa HDM-IV, del cual se obtiene como resultado el detalle del plan de conservación en función del tipo de carpeta de rodadura y de la carga de tránsito que operará en el horizonte de evaluación.

10.1.6 Indicadores Económicos

La siguiente tabla presenta los beneficios totales por corte temporal modelado y un resumen de los montos de inversión y valor residual.

Tabla N° 10-12

Beneficio por corte temporal, inversión y valor residual proyecto definitivo

Corte temporal	Beneficio Alternativa 3-A (MM\$)
2015	196.5
2020	242.9
2030	346.3
Inversión Social (MM\$)	3,450.9
Valor residual (MM\$)	2,070.5

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la tabla anterior se puede estimar el flujo de beneficios del proyecto durante su vida útil. Se ha considerado que se iniciara su construcción el año 2014 y tendrá una vida útil de 20 años.

Tabla N° 10-13
Consumos y Ahorros de recursos Sociales, Alternativa 3-A (MM\$ dic 2010)

Corte	Año	Base				Proyecto						Flujo
		Conservación	Costos Operacionales	Tiempo	Total	Conservación	Costos Operacionales	Tiempo	Total	Expropiaciones	Inversión	
0	2014									-552.0	-2,898.9	-3450.2
1	2015	41.5	2,913.6	8,493.2	11,448.3	20.9	2,874.4	8,335.9	11,231.2			217.1
2	2016	41.5	3,039.7	8,860.7	11,941.8	20.9	2,998.8	8,696.6	11,716.3			225.6
3	2017	127.2	3,171.2	9,244.1	12,542.5	40.1	3,128.5	9,072.9	12,241.5			301.0
4	2018	41.5	3,308.4	9,644.0	12,993.9	20.9	3,263.9	9,465.4	12,750.2			243.7
5	2019	69.0	3,451.6	10,061.3	13,581.8	20.9	3,405.1	9,875.0	13,301.0			280.8
6	2020	41.5	3,600.9	10,496.6	14,139.0	71.7	3,552.4	10,302.2	13,926.4			212.6
7	2021	127.2	3,731.0	10,875.8	14,734.0	20.9	3,680.8	10,674.4	14,376.1			357.9
8	2022	41.5	3,865.8	11,268.7	15,175.9	20.9	3,813.7	11,060.0	14,894.6			281.3
9	2023	41.5	4,005.4	11,675.7	15,722.6	40.1	3,951.5	11,459.5	15,451.1			271.5
10	2024	41.5	4,150.1	12,097.5	16,289.1	723.2	4,094.3	11,873.5	16,690.9			-401.8
11	2025	154.7	4,300.0	12,534.5	16,989.3	20.9	4,242.2	12,302.4	16,565.5			423.8
12	2026	41.5	4,455.4	12,987.3	17,484.2	71.7	4,395.4	12,746.8	17,213.9			270.2
13	2027	41.5	4,616.3	13,456.5	18,114.3	20.9	4,554.2	13,207.3	17,782.4			331.9
14	2028	41.5	4,783.1	13,942.6	18,767.1	20.9	4,718.7	13,684.4	18,424.0			343.1
15	2029	127.2	4,955.9	14,446.3	19,529.3	40.1	4,889.2	14,178.7	19,108.0			421.4
16	2030	41.5	5,134.9	14,968.1	20,144.5	20.9	5,065.8	14,690.9	19,777.6			366.9
17	2031	69.0	5,320.4	15,508.8	20,898.2	20.9	5,248.8	15,221.6	20,491.3			406.9
18	2032	41.5	5,512.6	16,069.1	21,623.1	71.7	5,438.4	15,771.5	21,281.6			341.5
19	2033	127.2	5,711.7	16,649.6	22,488.5	20.9	5,634.8	16,341.2	21,997.0	552.0	1,739.4	2,782.9

VAN	287.45 MM\$
TIR	6.8%
TRI	6.3%

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los resultados se puede comentar lo siguiente:

- El proyecto posee una rentabilidad social positiva que alcanza una TIR del 6.8% superior al 6% exigido por MIDEPLAN, y un VAN de aproximadamente 290 millones de pesos.
- Los beneficios del proyecto se sustentan mayoritariamente en los ahorros de tiempo de viaje (un 70%), ahorros por costos de operación (en un 25%) y ahorros por conservación (5%).
- Un ítem relevante es el costo de conservación, el cual ha sido calculado tanto para la situación con proyecto, como para el escenario base.

10.1.7 Análisis de Sensibilidad

Mediante este análisis se intenta medir el nivel de sensibilidad en las estimaciones de los indicadores de rentabilidad frente al comportamiento de determinadas variables de relevancia. En ese contexto, a continuación se presentan las variables que fueron sensibilizadas y los rangos de variación.

- i. No se considera el valor residual.
- ii. Aumento de los costos de inversión de un 10%
- iii. Aumento de los costos de inversión de un 20%
- iv. Disminución de los beneficios en un 10%
- v. Disminución de los beneficios en un 20%

Los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla N° 10-14
Resumen Ahorro de Recursos Alternativa 3-A (\$ dic 2010)

Escenario Sensibilización	Indicador	Valor
II,- No se considera el valor residual,	VAN (MM\$)	-\$ 240.86
	TIR	5.2%
	TRI	6.4%
III,- Aumento de los costos de inversión de un 10%	VAN (MM\$)	\$ 69.12
	TIR	6.2%
	TRI	5.8%
IV,- Aumento de los costos de inversión de un 20%	VAN (MM\$)	-\$ 195.60
	TIR	5.5%
	TRI	5.3%
V,- Disminución de los beneficios(flujos) en un 10%	VAN (MM\$)	\$ 36.45
	TIR	6.1%
	TRI	5.8%
VI,- Disminución de los beneficios (flujos) en un 20%	VAN (MM\$)	-\$ 307.32
	TIR	5.2%
	TRI	5.2%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados anteriores indican que la implementación del proyecto “Alternativa 3-A” sigue siendo conveniente desde el punto de vista social, en el caso de escenarios de sensibilización a la baja en un nivel del 10%, ya que en estos casos se mantiene la tasa interna de retorno por sobre el 6% exigido, y generándose un VAN positivo.

En el caso de escenarios de sensibilidad a la baja en un nivel del 20%, la rentabilidad del proyecto no está asegurada.

Luego, se deduce la conveniencia de implementar el proyecto de mejoramiento para la conectividad de la Ruta Huicha-Caulín, asumiendo variaciones en la estimación de la inversión o de los beneficios no mayores al 15% en términos pesimistas.

11 ESTUDIO AMBIENTAL TERRITORIAL Y DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

11.1 INTRODUCCIÓN

Los estudios ambientales, territoriales y de participación ciudadana se desarrollaron de acuerdo a las fases previstas por los Términos de Referencia, esto es:

Tabla N° 11-1
Fases del Estudio Ambiental y de Estudio de Ingeniería

FASE	ETAPA INFORME AMBIENTAL TERRITORIAL	ETAPA INGENIERÍA	OBJETIVOS
1	Informe Preliminar de Antecedentes Generales	Informe Preliminar	Identificar los aspectos y problemas ambientales, territoriales y ciudadanos relevantes, a ser considerados durante el desarrollo del IAT y que serán profundizados en las fases posteriores.
2	Diagnóstico	Estudios de Base	Elaborar la Línea de Base Ambiental Territorial, caracterizando en detalle los distintos componentes ambientales y territoriales potencialmente afectados por cada una de las alternativas en estudio. Propuesta Metodológica para evaluación ambiental comparativa de Alternativas
3	Evaluación de Alternativas	Estudio de Demanda y Selección de Alternativas	Realizar un análisis comparativo de las alternativas, en función de los principales impactos detectados para las distintas zonas homogéneas caracterizadas previamente.
4	Evaluación de Anteproyectos y Proposición de Medidas	Ingeniería Básica y Prediseños a Nivel de Anteproyecto	Evaluar técnicamente los impactos ambientales y territoriales de los anteproyectos, proponer las medidas de mitigación y reparación de los mismos, y las demandas recogidas durante las instancias de participación ciudadana.
5	Ajuste de la Evaluación Ambiental de los Anteproyectos	Evaluación Económica	Ajustar las medidas ambientales de acuerdo a la alternativa desarrollada a nivel de anteproyecto
6	Informe Final	Informe Final	Entregar la versión definitiva de los informes desarrollados en el estudio, incluyendo la entrega de las recomendaciones para el desarrollo de las fases posteriores

Fuente: Elaboración Propia

De tal forma que los estudios ambientales concluyen con la evaluación de una alternativa de trazado a las Rutas W – 120 y W – 160, ella en conformidad previa de los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales aplicados para conformar esta selección.

11.1.1 Definición de Alternativas Iniciales a Evaluar

Con el fin de materializar la construcción y mejoramiento de la conexión vial Ruta Costera, desde la localidad de Chacao hacia el oeste, pasando por la localidad de Caulín, hasta empalmar nuevamente con la ruta 5 en el sector de Huicha, comuna de Ancud y para superar los problemas de transitabilidad y serviciabilidad que presenta esta ruta, se propusieron 5 alternativas iniciales.

La primera de las alternativas se emplazaba sobre el trazado actualmente en uso por los habitantes de la zona, el cual corresponde a la faja existente de las Rutas W-120 y W-160, con un tramo nuevo en área de anegamiento.

Las dos alternativas siguientes (2 y 3) recogen tramos nuevos que reemplazan los puntos que presentan dificultades desde el punto de vista netamente vial (el punto de interferencia del mar sobre la ruta preexistente).

Posteriormente Las alternativas 4 y 5 recogían el concepto de ruta costera más amplia, proponiendo la utilización de caminos preexistentes de menor uso, acercando el mejoramiento a los bordes norte de la Isla Grande.

11.2 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

En esta actividad, la especialidad ambiental se orientó a recopilar y analizar los antecedentes de terreno donde se insertan las alternativas previamente definidas a fin de establecer los elementos sensibles a afectar con dichos emplazamientos

11.2.1 Medio Físico

11.2.1.1 Parámetros Climatológicos

El área de estudio, la cual se encuentra ubicada en extremo nor-orientado de la comuna de Ancud, se encuentra bajo la influencia del clima Templado lluvioso con influencia mediterránea, el cual se extiende aproximadamente hasta la latitud 42°20', alcanzando el tercio superior de la Isla Grande de Chiloé y su extensión hacia el territorio continental.

Para la estación de Pupelde, ubicada en las cercanías del área de estudio los datos proporcionados por la Dirección Meteorológica de Chile son los siguientes:

Tabla N° 11-2
Pupelde, Temperatura (promedio años 1975-1985)

Temperatura °C		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura media	Máxima	18,8	17,9	16,7	14,5	12	9,9	9,6	10,3	11,6	13,1	15	17,7	14,2
	Mensual	14,1	13,3	12	10,5	9,5	7,2	6,9	7,2	8,1	9,1	10,8	13,7	10,2
	Mínima	9,6	9,1	8,4	7,5	7,1	4,6	4,6	4,7	5,4	6	7	8,7	6,9
Mínima absoluta		3,2	1	1,9	1,3	0,2	-2,6	-3	-2,7	-1,6	-0,3	0,4	2	-3
Máxima absoluta		33,1	26,7	24,2	24,8	17	16,5	14,2	17,3	21,2	23,8	24	30,3	33,1

Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile.

Las temperaturas que registra estación, que corresponde a un clima Templado frío de costa occidental con máximo invernal de lluvias, presenta una temperatura media anual de 10.2 °C. Las temperaturas máximas se registran los meses estivales de diciembre, enero y febrero y las mínimas los meses invernales de junio, julio y agosto.

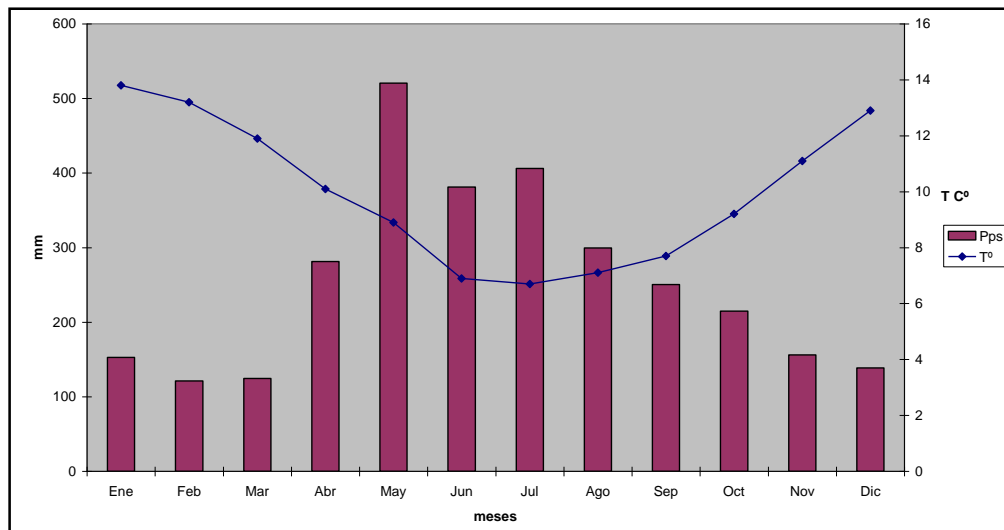
Tabla N° 11-3
Pupelde, Precipitaciones (promedio años 1975-1985)

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Total	152,26	134	142,6	246,82	523,82	435,32	363,54	317,76	267,1	162,86	146,34	111,36	3.003,8

Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile.

Las precipitaciones se hacen más intensas en los meses de invierno alcanzando máximos de 523,82 mm en el mes de mayo y los mínimos se registran en el mes de diciembre con valores de 111,36 mm un total anual aproximado de 3.000 milímetros.

Figura N° 11-1
Estación Ancud (Pupelde), gráfica de registros de temperatura y precipitaciones medias mensuales.



Fuente: Estudios previos actualización Plan Regulador Comunal de Ancud, (2005-2006)

11.2.1.2 Ruidos

En el área del estudio, las únicas fuentes generadoras potenciales de ruidos molestos corresponden a las actividades de cinco pozos de extracción de áridos, presentes en la ruta W-160, entre el río Huicha y la Bahía de Caulín (Dm 2.000 a 12.000 aproximadamente).

Por otro lado las zonas sensibles a ruidos molestos corresponden a los siguientes equipamientos y entidades pobladas.

Tabla N° 11-4
Equipamiento en el área de estudio

Categoría	Localidad	Nombre	Dm	Ruta
Salud	Chacao	Posta Chacao	0	W-120
	Caulín Bajo	Posta Caulín	9.900	W-120
Educación	Chacao	Villa Chacao	0	W-120
	Caulín Bajo	Luis Segovia Ross	9.800	W-120
	Huicha	Huicha	2.200	W-160
	Caulín Alto	Caulín Alto	7.000	W-120
	Santa Teresita	Julio Kompatzki Hornickel	No	W-135
	Pugueñún	Pugueñún	8.000	W-160
Culto	Chacao	Iglesia San Antonio	0	W-120
	Caulín Alto	Capilla San José	7.100	W-120
	Huicha	Iglesia Huicha	2.500	W-160
	Estero Chacao	Capilla Estero Chacao	3.000	W-120
	Pugueñún	Iglesia Pugueñún	7.900	W-160

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, las viviendas adyacentes a la ruta también son sensibles al ruido y la calidad del aire. El censo de 2002 registro para la zona de estudio un total de 849 viviendas y 2.364 habitantes.

Tabla N° 11-5
Entidades pobladas del área de estudio

Entidad	Categoría Censal	Habitantes	Viviendas	Dm Inicio	Dm Término	Ruta
Chacao	Aldea	450	157	0	200	W-120
Estero Chacao	Parcela	89	30	400	4.000	W-120
Soledad	Parcela	44	19	No corresponde	No corresponde	W-124
Lo López	Parcela	39	15	No corresponde	No corresponde	W-135
San Gallán	Parcela	30	11	No corresponde	No corresponde	No
Endesa	Parcela	29	12	No corresponde	No corresponde	W-122
Santa Teresita	Parcela	16	9	No corresponde	No corresponde	W-135
Arenilla	Parcela	17	10	No corresponde	No corresponde	No
Caulín Alto	Parcela	55	24	No corresponde	No corresponde	No
Caulín	Parcela	189	94	4.100	10.000	W-120
Caulín Bajo	Parcela	469	156	10.100	13.330	W-160
Recta Chacao	Parcela	104	33	No corresponde	No corresponde	Ruta 5
Senda Chacao	Parcela	192	71	No corresponde	No corresponde	Ruta 5
Pihuilco	Parcela	7	3	No corresponde	No corresponde	W-158
Pugueñún	Parcela	185	57	6.500	10.000	W-160
Pihuio	Parcela	118	40	6.100	6.350	W-160
Huicha	Parcela	95	32	2.100	6.000	W-160
Curamó	Parcela	56	20	No corresponde	No corresponde	Ruta 5
La Capilla	Parcela	176	55	0	2.000	W-160
Isla Lacao	Parcela	4	1	No corresponde	No corresponde	No
TOTAL	-	2.364	849	-	-	-

Fuente: INE, Censo 2002

11.2.1.3 Geología, Geomorfología y Suelos

11.2.1.3.1 Geología

La Isla Grande de Chiloé, está separada del resto de la cordillera de la costa, al norte del Canal de Chacao, desde el fin de la última glaciación cuando el nivel del mar estaba aproximadamente a 120 metros por debajo de su nivel actual. El lado oriental de Chiloé, donde se localiza el área de estudio es parte de la continuación del valle longitudinal de Chile continental y consecuentemente es el campo bajo continuamente mantenido por depósitos cuaternario glaciales².

La isla grande de Chiloé se encuentra tectónicamente dividida en tres principales segmentos, los cuales muestran distintas características morfológicas y geológicas. La segmentación se relaciona con la probable presencia de fallas de rumbo noreste coincidentes con lineamientos magnéticos regionales. Los segmentos norte y sur están

² Heusser y Flint, 1977

representadas por Rocas Metamórficas del paleozoico triásico, volcánicas del Oligoceno-Mioceno Inferior y con rocas sedimentarias marinas del Mioceno y Plioceno. El segmento Central³ representaría un bloque tectónico alzado, sin rocas del Oligoceno–Mioceno Inferior y con cuencas sedimentarias del Mioceno preservadas solo en el sector oriental.

De acuerdo a la Carta Geológica de Chiloé, el área de estudio, ubicada al extremo nor oriente de la comuna de Ancud, estaría constituida por depósitos no consolidados del Cuaternario. Estos depósitos no consolidados de tipo morrénicos y de materiales glaciofluviales, abarcan desde depósitos del Pleistoceno Medio en asociación con los depósitos morrénicos de la Glaciación Río Llico, hasta sedimentos eólicos marinos y aluviales actuales.

Los depósitos glaciales del área de estudio están relacionados al lóbulo Ancud, cuyo análisis indica que el hielo avanzó desde la Cordillera Principal hacia el noreste. Los depósitos morrénicos relacionados con la glaciación Río Llico están registrados en el área de Ancud.

11.2.1.3.2 Geomorfología

La geomorfología de la Isla Grande de Chiloé pertenece a una región geomorfológica “Patagónica y polar del inlandsis antártico”. Los rasgos más característicos de esta región son la fragmentación de esta parte del territorio como consecuencia de la tectónica de hundimiento y luego, las secuencias climáticas de hielo y deshielo.

En el área de estudio se presenta una variada gama de unidades fisiográficas, las cuales se pueden clasificar en tres grandes categorías:

- Los núcleos montañosos y colinajes desarrollados sobre rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias,
- las terrazas y cursos fluviales actuales y holocenos y
- El modelado glacial pleistoceno, esta última categoría, corresponde a un conjunto de geofomas morrénicas y amplias llanuras de *outwash* glacial elaboradas durante las últimas tres glaciaciones que han afectado todo el territorio durante el Cuaternario.

Estas tres grandes categorías a su vez se han visto afectadas por retoques marinos y lacustres generando estrechas plataformas marinas y lacustres escalonadas que de manera discontinua aparecen en la costa entre 15 y 20 metros de altitud. Posteriormente la transgresión marina postglacial ha permitido el desarrollo de cordones litorales, playas, zonas de arenales y acantilados, los que aparecen con distinto grado de desarrollo en la zona costera del área de proyecto.

³ Cordillera de Piuchén

11.2.1.3.3 Suelos

En un contexto general, los suelos de la región son derivados principalmente de sedimentos del Cuaternario, donde lo más importante para la evolución de los mismos han sido capas periglaciales y capas volcánico-eólicas. Existen marcadas diferencias en la antigüedad del origen de los suelos volcánicos, entre ellos se reconocen arenas volcánicas, trumaos de cenizas recientes, ñadis y otros de cenizas más antiguas, del Pleistoceno sobre rocas metamórficas, con suelos más evolucionados tipo rojo arcillosos.

También están presentes suelos sedimentarios marinos, suelos metamórficos de la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa y excepcionalmente suelos de origen granítico. Los perfiles muestran suelos desde delgados a muy profundos de texturas franco a franco limosas en superficie a limo arcillosa y arcillosa en profundidad y drenaje interno bueno.

Los trumaos y ñadis se caracterizan por su alta porosidad con densidades aparentes bajas, gran capacidad de retención de agua y altos contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial. Los paleosuelos rojo arcillosos se caracterizan por ser muy profundos y tener altos contenidos de arcilla (hasta 80%)⁴.

El área de estudio se encuentra ubicada sobre suelos del tipo Inceptisoles los cuales se caracterizan por ser suelos húmedos, incipientes, poco evolucionados (menos que la mayoría de los otros órdenes) y con cierta acumulación de materia orgánica, su perfil típico es ABwC y su textura es uniforme, siendo aptos para soportar una sucesión de cultivos con manejo adecuado. Su área de distribución es muy reducida y se encuentra asociada a climas húmedos, mientras que la vegetación suele ser el bosque, rara vez la tundra.

11.2.1.4 Hidrología

De las 56 hoyas hidrográficas de ríos o cursos independientes presentes en la isla de Chiloé, cinco tienen desagüe hacia el norte, hacia la Bahía de Ancud y el Canal de Chacao, siendo la mayor la del río Pudeto. Las cuencas menores corresponden a los ríos Huicha y Huenque, que se sitúan al oriente de la desembocadura del Pudeto que queda al centro de esa costa y el río Quilo, que desagua en el extremo norponiente de la isla hacia el Golfo de Quetalmahue. Se trata de ríos de corto recorrido con hoyas hidrográficas muy pequeñas.

Las cuencas que se encuentran presentes en el área de estudio y su relación respecto de la superficie comprendida en el área de estudio se puede observar en la tabla siguiente:

⁴ Villagrán 1993

Tabla N° 11-6
Superficie cuencas hidrográficas en el área de estudio

Nombre cuenca	Superficie en el área de estudio en ha
Cuenca río Huicha	5.789,905
Cuenca río Quempillén	3.332,052
Cuenca sin nombre 1	216,794
Cuenca sin nombre 2	565,494
Cuenca río Pudeto	3.786,005
Cuenca río Huenque	3.772,848
Cuenca río Manao	2.122,145
Cuenca río Pihuio	1.448,313
Cuenca estero Ojeda	1.423,157
Cuenca estero Chacao	1.385,936
Cuenca río Chomeco	774,483
Total	26.736,905

Fuente: Elaboración propia en base a Mapa 1

De la tabla anterior se desprende la importancia de la cuenca de los ríos Huicha y Huenque para el contexto del estudio.

La totalidad de las cuencas poseen un régimen plenamente pluvial, el cual posee un volumen de precipitaciones de 3 mil mm. como promedio anual, con precipitaciones regulares y constantes, presentando el mes de diciembre un mínimo anual que alcanza a los 111 mm y un máximo en mayo de 523 mm.

Tabla N° 11-7
Pupelde, precipitaciones (promedio años 1975-1985)

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Total	152,26	134	142,6	246,82	523,82	435,32	363,54	317,76	267,1	162,86	146,34	111,36	3.003,8

Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile.

La pendiente general de las cuencas es muy baja, la cota más alta dentro del área de influencia del estudio no supera los 84 metros de altura.

11.2.1.5 Zonas homogéneas del medio físico

Producto del análisis integrado de los elementos del medio físico se conformó la carta de Zona Homogénea del Medio Físico, la cual presenta dos grandes áreas interiores: llanuras y cordones morrénicos y una segunda área externa denominada franja litoral, la cual se encuentra en torno a la Bahía de Caulín y Chacao, próxima a la línea de costa, esta última corresponde al área de mayor significancia ambiental.

11.2.2 Medio Biótico

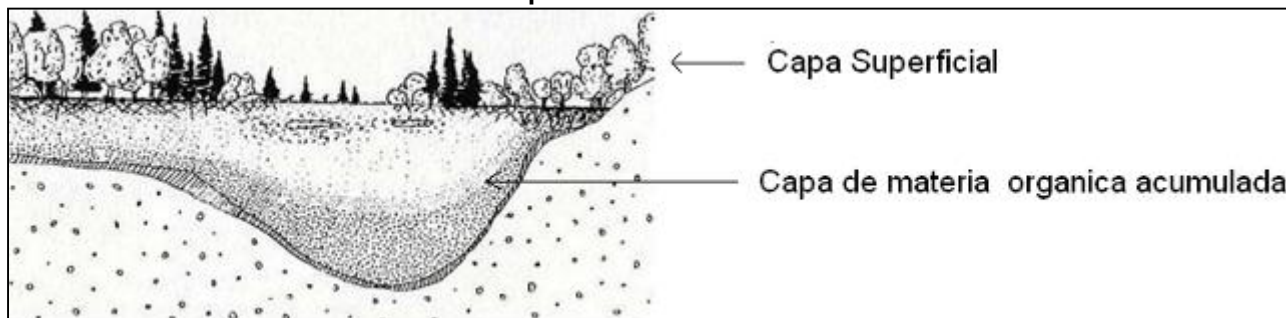
11.2.2.1 Flora y Vegetación

La comuna de Ancud se caracteriza por la existencia del Bosque Higrófilo de Chiloé (Quintanilla, 1984), más conocido como “selva de Chiloé”, determinada por su densa cobertura vegetal siempre verde, ombrófila con una importante estratificación arbórea, dominando el Coihue de Chiloé (*Nothofagus nitida*).

Otra asociación presente corresponde a bosque siempreverde con turberas de la Isla de Chiloé, que se encuentra ubicado en las cumbres de los sectores montañosos del norte de la Isla de Chiloé, hacia el sur descienden prácticamente al nivel del mar.

Dentro del área de estudio es también posible identificar la presencia de terrenos pantanosos, mejor conocidos como Turberas. Estos son ecosistemas que están conformados por una serie de capas vegetales originadas por la acumulación de materia orgánica en distintos estados de degradación anaeróbica (sin oxígeno). La capa superficial está formada por comunidades vegetales de plantas hidrófilas, que se desarrollan sobre este sustrato orgánico, estas plantas tienen gran capacidad de retener humedad en sus tejidos y pueden acumular hasta 20 veces su peso.

Figura N° 11-2
Corte esquemático de una turbera



Fuente: Guía para el conocimiento de la flora de turbera y pomponales de las isla grande de Chiloé, 2005.

- **Especies Presentes**

De las especies reconocidas en el área de proyecto entorno de la ruta en estudio, la siguiente tabla da cuenta de 8 especies nativas y una especie introducida:

Tabla N° 11-8
Especies Vegetacionales Presentes en el Área de Estudio

Nombre común	Nombre científico	
Hualle, Roble, Pellín	<i>Nothofagus obliqua</i>	nativa
Coihue o Roble de Chiloé	<i>Nothofagus nitida</i>	nativa
Avellano	<i>Gevuina avellana</i>	nativa
Arrayán	<i>Luma apiculata</i>	nativa
Ciprés común	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Introducida
Canelo	<i>Drimys winteri</i>	nativa
Mañío macho o de hojas cortas	<i>Podocarpus nubigenus</i>	nativa
Notro	<i>Embothrium coccineum</i>	nativa

Fuente: Elaboración propia

De las especies arbustivas, las dominantes reconocidas son las siguientes:

- Junquillo, *Juncus leersii*, *Juncus llanquihuensis*, *Juncus microcephalu*, *Juncus planifolius* dominante en los terrenos pantanosos y turberas.
- Espinillo, *Adesmia confusa*
- Maqui, *Aristotelia chilensis*, muy presentes en los bordes del camino
- Quila, *Chusquea palenae*

11.2.2.2 Fauna

Si bien la sección del Parque Nacional de Chiloé perteneciente a la comuna de Ancud, no está comprendido en el área de estudio, es necesario señalar que la condición insular de Chiloé favorece la presencia de un importante número de especies endémicas que potencialmente pueden encontrarse en el área de estudio, entre los principales destacan:

- Mamíferos terrestres: zorro de Chiloé (*Pseudalopex fulvipes*), ratón topo de Chiloé (*Notiomys valdivianus chiloensis*), ratón arbóreo de Chiloé (*Irenomys tarsalis longicaudatus*), ratón de pie color humo (*Phyllotis micropus fumipes*), monito del monte de Chiloé (*Dromiciops australis gliroides*), chingue patagónico (*Conepatus humboldti*), quique (*Galictus cuja*), huillín (*Lutra provocax*), pudú (*Pudu pudu*) y güiña (*Felis guigna*).
- Mamíferos no terrestres o no predominantemente terrestres: Se encuentran representados por la ballena joroba (*Megaptera noraenglice*), la nutria de mar o chungungo (*Lutra felina*) y el lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*). Algunos avistamientos han demostrado la presencia en el litoral de orca (*Orcinus orca*), cachalote común (*Physeten catadon*) y tonina (*Cephalorhynchus*).

Desde el punto de vista de la conservación, en el área de estudio es posible identificar sitios que son de interés para la conservación In Situ, los cuales se describen a continuación:

- Bahía de Caulín: Con abertura al Chacao y con una alta variedad y concentración de aves, especialmente litorales y migratorias, tanto australes como neárticas. También recibe poblaciones en invierno del flamenco chileno y Cisnes de Cuello negro. Es un Área de Prohibición de Caza (SAG) y con manejo de recursos marinos como la ostra endémica y otros moluscos bentónicos.
- Área Marisma de Caulín: Es un área de descanso y alimentación de aves migratorias, es importante la presencia de flamencos.
- Humedal Bahía Caulín: Se ubica en el extremo norte de la Isla de Chiloé (41°49' S- 73°37'30" W). Corresponde a un humedal de agua salada intermareal de playas con piedras y cantos rodados, que tiene una profundidad de entre 0 y 0,5 metros desde la más baja marea. Es un bien nacional de uso público, en las que se realizan actividades turísticas, agricultura y ganadería a pequeña escala.

Las áreas señaladas anteriormente corresponden a Sitios Nivel IV, es decir, sitios de menor interés que se consideran en las acciones generales de la región y que se priorizarían según las condiciones de factibilidad del momento, no obstante son consideradas de gran importancia por autoridades comunales, población y centros de estudio regionales

11.2.2.3 Zonas homogéneas del Medio Biótico

La carta de Zona Homogénea del Medio Biótico establece dos categorías: de alta y baja significancia. En la zona de alta significancia, se agrupan el bosque nativo, humedales (vegas), agua (río) y la zona de marisma del río Huenque en la Bahía de Caulín. La zona de baja significancia, agrupa a matorral, pradera y zona urbana (localidad de Chacao).

11.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural

11.2.3.1 Población y Asentamiento

De acuerdo con el censo 2002, en el área de estudio, son 20 las entidades pobladas, de las cuales 19 corresponden a la categoría censal “Parcela” y sólo una a “Aldea”, esta última corresponde a la entidad de Chacao. El total de habitantes presentes en el área de estudio alcanza a 2.364 y a un total de 849 viviendas.

El área en cuestión es eminentemente rural, no existen áreas normadas, sin embargo la localidad de Chacao y de acuerdo a la propuesta del PRC, a futuro será considerada área urbana. La densidad promedio para el área de estudio alcanza a 8,7 hab/km².

Las principales actividades económicas corresponden a actividades primarias o extractivas, que corresponden a agricultura, ganadería y pesca. Asimismo, en la localidad de Chacao, es destacable el rol que cumple en relación con la conectividad de la Isla de Chiloé con el continente. Finalmente, las actividades turísticas muestran un interesante desarrollo en el área ya sea a través de los restaurantes, campings, cabañas y viviendas para arriendo, como asimismo los sitios prioritarios de CONAMA en el área de Caulín.

Grupos Vulnerables (étnicos, económicos y culturales)

De acuerdo a la información entregada por la Dirección Regional de la CONADI⁵, existen 15 Comunidades Indígenas con Personalidad Jurídica en la comuna y solamente 5 corresponden a comunidades dentro del área de estudio, correspondiente a las comunidades Río Huicha (2), Hueque Caulín (9), Estero Chacao (10), Wenté Kaulin (11) y Wenté Choroy (15).

Ninguna de estas comunidades posee tierras indígenas entregadas por CONADI.

⁵ Dirección Regional de Los Lagos, fono 64-210201. Director Regional, Bernardo Atriao; Unidad Jurídica, Rosalía Almonacid.

▪ Áreas CONADI

En el sector de Caulín Alto en las cercanías del Camino Caulín se encuentra un terreno (Coordenadas UTM – E 617.650, N 5.369.711, rol 1164-09) perteneciente a Rosa Eliana Nail Astorga, recibido mediante subsidio de tierras indígenas por parte de la CONADI en marzo de 2002. Este predio, de acuerdo a los términos del contrato estipulado entre la CONADI y la beneficiaria del subsidio, tiene restricción o prohibición de venta por un periodo de 20 años, considerados a partir de la fecha de entrega del terreno.

11.2.3.2 Instrumentos de Ordenamiento Territorial

Los Marcos Regulatorios estudiados respecto del área de proyecto son los siguientes:

11.2.3.2.1 Estrategia Regional de Desarrollo 2000-2010

Estado : Actualizada recientemente; representa la base de la siguiente
Fuente : Subsecretaría de Desarrollo Regional

Las estrategias de desarrollo operan como instrumentos indicativos de gran escala que especifican las prioridades regionales que todos los demás instrumentos, Plan Regional de Desarrollo Urbano y Planos Reguladores Comunales entre otros, deben posteriormente seguir. El proceso de evaluación de la ruta estudiada en el marco de este instrumento permite informar respecto al grado de coherencia que mantendría con los lineamientos que allí han sido fijados. La presente estrategia fue formulada en un contexto previo a la subdivisión Regional que dio origen a las Regiones de Los Lagos y Los Ríos.

11.2.3.2.2 Estrategia Regional de Desarrollo 2010-2020

Estado : Vigente
Fecha de Aprobación : Septiembre 2009
Fuente : Subsecretaría de Desarrollo Regional

Este instrumento opera como actualización de la estrategia ya analizada arriba con su componente de especificidad derivado de la realidad de una región que fue subdividida y que se vio afectada por cierto hitos.

11.2.3.2.3 Plan Regional de Desarrollo Urbano

Estado : No Vigente (no alcanzó a ser aprobado previo a la división de Regiones)
Fecha de Elaboración : Ingresado a SEIA 01 de Julio 2004
Fuente : Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

El PRDU no se encuentra vigente pero no obstante sirve como base para cualquier plan de ordenamiento futuro. El Plan Regional propone una zonificación que luego deber ser tenida en cuenta por los instrumentos de escala normativa menor (PRC, Intercomunales).

11.2.3.2.4 Plan de Ordenamiento de Borde Costero

Estado : Diagnóstico Participativo de la Bahía Caulín
Fecha de Documento : Año 2008 (1º Semestre)
Fuente : I. Municipalidad de Ancud

El documento fue facilitado por la I. Municipalidad de Ancud⁶ y presenta la ventaja de operar a una escala mucho más fina que los instrumentos anteriores. El documento no posee un carácter normativo sino indicativo y permite caracterizar con propiedad la Bahía de Caulín, donde el trabajo comunitario a través de sesiones con más de 15 organizaciones concluyó en una propuesta de ordenamiento en cinco zonas para las cuales se fijan luego compromisos de la comunidad así como líneas de acción que orienten decisiones del gobierno comunal.

11.2.3.2.5 Plan Regulador de Ancud

Estado : Vigente
Fecha de Aprobación : 1996
Fuente : Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Observatorio Urbano)

El Plan Regulador vigente fue aprobado en 1996 y reemplazó al anterior PRC formulado en 1961. Este último había sido confeccionado como una respuesta a los requerimientos producidos por el terremoto y maremoto del año '60, y a sus sucesivas modificaciones posteriores, donde cabe destacar que la faja de protección dispuesta entonces en prevención de futuros maremotos fue sobrepasada posteriormente por el desarrollo de la ciudad.

11.2.3.3 **Patrimonio Histórico y Antropológico**

En el área del trazado de la ruta, no existen registros documentales de restos arqueológicos. Sin embargo por la ribera izquierda del río Huenque o Guyundén, entre el puente sobre dicho el río y su desembocadura se reconoce un conchal descubierto, el que dada su naturaleza corresponde a patrimonio cultural protegido por las normas de Estado de Chile.

De acuerdo a la normativa al Consejo de Monumentos Nacionales, existen tres Monumentos Históricos en la comuna de Ancud que cuentan con protección legal vigente, los cuales se encuentran fuera del área de influencia del estudio:

⁶ Entrevista personal con profesional de Municipio Carolina Molina; Miércoles 16 de Diciembre

Tabla N° 11-9
Monumentos históricos

Monumento Histórico	Ubicación	D.S.	Fecha
1. Fuerte Chaicura	Península de Lacuy	744	23/03/1924
2. Castillo de Agüi	Península de Agüi	127	24/04/1991
3. Reliquias Bomberiles del Cuerpo de Bomberos de Ancud	Eleuterio Ramírez 210	823	22/06/2005

Fuente: Consejo de Monumentos Nacionales

11.2.3.4 Sitios de Interés Turístico

De acuerdo a todos los antecedentes previos, el principal sector de interés turístico en el área de proyecto corresponde a Bahía Caulín.

La Bahía de Caulín ha sido nombrada Santuario de las Aves por los habitantes de la zona por la gran cantidad de flamencos, cisnes de cuello negro, garzas y gaviotas que se destaca entre la gran variedad de aves y que convoca a numerosos turistas durante todo el año. Se ha realizado además el Proyecto “Caulín Sustentable, Huenque-Chilgue (2007)” por la Escuela Básica Luís Segovia Ross de Caulín Bajo, la Junta de Vecinos N° 19 Caulín Alto y Agroturismo Pahueldun, entre otros.

Este proyecto tuvo como objetivos incrementar la valorización y difundir el uso sustentable del borde costero de la Bahía de Caulín, entre los miembros de la comunidad indígena Huilliche, habitantes de la localidad y turistas; mediante el desarrollo de actividades educativas y recreacionales, fomentando el buen manejo ambiental de la comuna, el conocimiento de flora y fauna nativa, el ordenamiento del borde costero y la administración adecuada de los residuos sólidos.

11.2.3.5 Zonas Homogéneas del Medio Humano

La carta de Zona Homogénea del Medio Humano reconoce una primera categoría de mayor significancia correspondiente a los sitios de Interés Turístico (Borde Costero de Bahía Caulín, fiesta costumbrista de Estero Chacao y la localidad de Chacao) y terreno de compra de CONADI (terreno comprado a comunero, con prohibición de venta por 20 años).

La segunda categoría (media) corresponde a las entidades pobladas presentes que no tienen restricciones de tipo normativo o patrimonial. Finalmente, las zonas sin viviendas y espacios patrimoniales configuran la tercera categorización del área.

11.3 PROPUESTA METODOLÓGICA DE ANÁLISIS MULTICRITERIO

El análisis Multicriterio es una herramienta metodológica orientada a la resolución de decisiones con múltiples objetivos y con información mixta cualitativa y cuantitativa, los cuales se resuelven a través de la identificación y valorización de criterios definidos por las distintas especialidades que se consideren apropiadas para obtener un resultado objetivo.

En el presente estudio y de acuerdo a la experiencia previa del Consultor en diversos estudios de preinversión de proyectos viales, se propuso utilizar un método simplificado de evaluación multicriterio basado en el ábaco de Regnier⁷, el que consiste en un sistema de consulta a expertos o especialistas, en este caso los participantes del equipo consultor, concebido para asegurar el registro y consideración de las percepciones de todos los integrantes de un grupo de análisis, dado que contribuye a crear un espacio opinión para quienes no están de acuerdo con la mayoría.

La gama de opciones que plantea el ábaco para relevar las opiniones de los especialistas consultados se basa en la convención internacional adoptada para los colores del semáforo, en donde el verde significa pase (favorable), el amarillo cuidado (precaución) y el rojo pare (no favorable).

Tabla N° 11-10
Gama de Evaluación Simplificada de Ábaco de Regnier

Color	Criterio
Verde	Positivo
Amarillo	Con Precauciones
Rojo	No recomendable

Fuente: Elaboración Propia

En este método, cada especialidad actúa como ente decisor u opinión experta, donde antes de emitir su juicio debe establecer primero, los elementos a evaluar y luego los criterios de su interés, que definen la estructura de preferencias del proyecto y donde el resultado de la clasificación, permite así identificar claramente y priorizar las alternativas para la toma de decisiones final.

Los pasos metodológicos para desarrollar la evaluación multicriterio fueron así los siguientes:

- Identificar los objetivos generales y particulares del análisis multicriterio
- Identificar, analizar y caracterizar las alternativas propuestas
- Identificar los elementos de decisión y los criterios a aplicar
- Asignar un puntaje o ponderación para cada uno de los criterios propuestos
- Construcción de Matriz y ejercicio de análisis multicriterio
- Construcción de Jerarquía y análisis de resultados.

11.4 DEFINICIÓN DE INDICADORES Y CRITERIOS DE ANÁLISIS

Una vez establecidos los objetivos y las características de cada Alternativa, el paso central comprendió la definición de los elementos y criterios de decisión que constituyeron en última instancia los parámetros de comparación y que a la vez respondieran a los objetivos del proyecto y estar respaldados por los resultados de los

⁷ Publicado en "Médicament e Consumérisme". París, Revista "Prospective et Santé" N° 28, 1983.

estudios específicos que acompañaron este proyecto (ingeniería, evaluación territorial, participación ciudadana e impactos ambientales de las alternativas).

Considerando lo anterior se llegó al siguiente cuadro resumen que indica el Objetivo buscado, el elemento del estudio que lo atiende y los criterios que compusieron la respectiva matriz de análisis.

Tabla N° 11-11
Objetivos de Proyecto y Criterios Seleccionados

OBJETIVO DEL PROYECTO	ESTUDIOS CONSIDERADOS	CRITERIOS SELECCIONADOS
<i>Buscar la alternativa que reduzca la complejidad del trazado.</i> Implica cuantificar las dificultades técnicas de cada alternativa.	Técnico (Ingeniería)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Magnitud de las Expropiaciones (m2) ▪ Longitud total de trazados afectados a mareas y tsunamis [m] ▪ Longitud total de puentes requeridos [m] ▪ Cantidad de cauces intervenidos (N°) ▪ Flujos Proyectados por alternativa (veh/t) ▪ Inversión Total (\$)
<i>Buscar la alternativa que menor impacto tenga sobre el medio ambiente.</i> Implica identificar los componentes claves del medio ambiente y luego ponderar las alternativas según el mayor o menor impacto sobre esos aspectos.	Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intervención de playa de Caulín (ml) ▪ Intervención de la marisma de Caulín (desembocadura río Guyundén) ▪ Afectación de humedales presentes en el área de estudio (m) ▪ Afectación de bosque nativo presente en el área de estudio (m) ▪ Afectación de Unidades de Paisajes relevantes (m y %)
<i>Buscar la alternativa que mejor sintonice con la voluntad emanada de la comunidad.</i> Implica recoger los resultados de las instancias de participación ciudadana	Participación Ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados de opiniones y consultas del proceso de Participación Ciudadana (N°)
<i>Buscar la alternativa que mejor explote las oportunidades de desarrollo del territorio.</i> Implica identificar las características del territorio (considerando principalmente antecedentes socio demográficos, sistema de actividades y los Instrumentos de Planificación) así como las perspectivas de desarrollo, para luego ponderar las alternativas según el mayor o menor aporte a las oportunidades detectadas	Socio-Territorial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conectividad entre poblados ▪ Conectividad Población – Equipamientos ▪ Explotación Turística y paisajística General ▪ Explotación Turística de la Bahía Caulín ▪ Juicio territorial experto

Fuente: Elaboración Propia

Cabe señalar que, dados los resultados de la evaluación económica de las alternativas originalmente presentadas, se optó por no incluir estos criterios en la matriz multicriterio, de tal forma que la decisión final pasara por un análisis más amplio que incluya los resultados de dicha evaluación y los resultados del grupo de elementos agrupados en la matriz multicriterio.

11.5 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO

La realización de la matriz multicriterio permitió en primer lugar determinar que todos los criterios propuestos fueran válidos. De igual forma fue posible concluir que los resultados obtenidos hicieron innecesario un segundo paso de establecimiento de ponderadores entre objetivos o estudios que permitan clarificar mejor los resultados obtenidos.

Al observar la tabla resumen siguiente y sobre 4 objetivos y estudios y un total de 17 criterios, queda claramente establecido que la Alternativa 3 resulta claramente favorable en el análisis.

**Tabla N° 11-12
Resumen de Valorización de Alternativas**

Criterios	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 5	Alternativa 4
Positivo (N°)	10	7	4	4	3
Con Precauciones(N°)	6	5	8	3	4
No recomendable (N°)	1	5	5	10	10

Fuente: Elaboración Propia

Los criterios ambientales y de ingeniería resultan fundamentales para explicar la mejor evaluación de la alternativa 3, de igual forma son importantes en explicar la valorización de la alternativa 1. Lo anterior como consecuencia de incorporar las restricciones que devienen de ambas especialidades (medio ambiente e ingeniería).

La alternativa N° 2 muestra el mayor número de indicadores sobre los cuales deben establecerse precauciones, claramente presenta diferencias en los indicadores de ingeniería y al igual que la alternativa 1 presenta un agrupamiento de respuestas no recomendables en los criterios territoriales, evidenciando que son las que menos satisfacen el objetivo de explotar las oportunidades de desarrollo del territorio.

Las alternativas 5 y 4 se presentan como las menos recomendables del conjunto; sin embargo se reconocen como las que mejor responden al objetivo territorial del estudio, favoreciendo la conectividad y la explotación turística general y particular del territorio, principalmente porque su diseño contempla acceder a áreas de menor presencia actual del territorio insular.

11.6 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Como primer elemento cabe señalar que el ejercicio de proposición, análisis y evaluación de alternativas consideró originalmente al menos cinco alternativas, de diferente extensión e implantación en el área de estudio, la evaluación ambiental definitiva se aplicó sobre el anteproyecto definitivo, indicado en los puntos anteriores de esta Memoria.

Cabe señalar que habiéndose eliminado del anteproyecto definitivo el paso por el sector costero de bahía de Caulín, los impactos ambientales determinados por la evaluación no difieren de los comúnmente establecidos para este tipo de proyectos en sectores rurales, no observándose ninguno de naturaleza negativa que sea significativo.

**Tabla N° 11-13
Resumen de Evaluación Ambiental Etapa De Construcción**

Medio/ Componente	Impacto Ambiental Potencial	Naturaleza del Impacto	Ponderación	Jerarquización del Impacto
Físico- Calidad de Aire	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado y de gases de combustión de vehículos y maquinarias de construcción.	-	8	MEDIO
Medio Humano – Población y Empleo	Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento) y de apoyo al personal de obras	+	6	MEDIO
Humano /Dimensión Socioeconómica	Pérdida puntual de terrenos	-	6	MEDIO
Físico - Ruido	Deterioro de la condición acústica existente por incremento del nivel de ruido originado por la construcción del proyecto	-	3	BAJO
Medio Humano – Población y Empleo	Generación de empleos para mano de obra calificado o no	+	3	BAJO

Fuente: Elaboración propia

Los impactos negativos de construcción son comunes a cualquier obra vial de esta naturaleza y pueden ser sujetos de medidas de mitigación o compensación según corresponda.

En cuanto a los efectos en etapa de operación, se establecen dos efectos positivos asociados al componente atmosférico y turístico:

**Tabla N° 11-14
Resumen de Evaluación Ambiental Etapa de Operación**

Medio/ Componente	Impacto Ambiental Potencial	Naturaleza del Impacto	Ponderación	Jerarquización del Impacto
Medio Físico - Calidad de Aire	Disminución del material particulado por pavimentación de la vía	+	11	ALTO
Medio Humano - Socioeconómico	Mejoramiento del acceso a áreas de interés turístico	+	9	MEDIO

Fuente: Elaboración propia

11.7 MEDIDAS AMBIENTALES

El programa de manejo ambiental propuesto consideró los siguientes Planes:

- Plan de Medidas de Mitigación y Compensación de Impactos Ambientales;
- Plan de Medidas de Prevención de Riesgos Ambientales y
- Plan de Prevención de Riesgos y accidentes.

11.7.1 Plan de Medidas Etapa de Construcción

Las medidas de mitigación que se presentan a continuación han sido agrupadas de acuerdo con los componentes ambientales afectados y los impactos determinados

11.7.1.1 Plan de Medidas para Etapa de Construcción sobre Calidad del Aire

Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado y de gases de combustión de vehículos y maquinarias de construcción.

Los impactos sobre la calidad del aire deben ser mitigados principalmente actuando directamente sobre la fuente emisora, de tal forma, el conjunto de medidas indicadas a continuación permiten controlar en forma eficiente este impacto:

**Tabla N° 11-15
Medidas de Manejo sobre Calidad del Aire**

Código	Medidas de Mitigación	Localización
A-1	Los motores de los equipos de construcción serán inspeccionados regularmente y mantenidos de formas que se minimicen las emisiones de gases y los humos.	En todos los frentes de trabajo
A-2	Uso de pantallas en base a malla rachel, elevados a un mínimo de 3-4 metros, para limitar la emisión de polvo hacia los alrededores de la obra.	En perímetro de frentes de trabajo
A-3	Humectación y apantallamiento de excedentes en las operaciones de acopio de áridos, y de las zonas de circulación de camiones y vehículos en general.	En los frentes de trabajo durante carga, descarga y transporte y en los lugares donde se instalan los excedentes
A-4	Control reglamentario de la velocidad de desplazamiento vehicular en el área de influencia y en especial en los caminos no pavimentados.	En todo el frente de trabajo y áreas circundantes utilizadas en el desplazamiento de vehículos y maquinaria

Fuente: Elaboración Propia

11.7.1.2 Plan de Medidas de Etapa de Construcción sobre Ruido

Deterioro de la condición acústica existente por incremento del nivel de ruido originado por la construcción del proyecto.

El factor ruido altera la condición de base durante la etapa de construcción por las actividades propias que implica el desarrollo de las faenas, siendo la operación de maquinarias la principal fuente generadora del mismo.

Se contemplan las siguientes medidas de mitigación:

**Tabla N° 11-16
Medidas de Manejo sobre Ruido**

Código	Medidas de Mitigación	Localización
R-1	Emplear tecnologías limpias para el control de ruidos	En todos los frentes de trabajo
R-2	Control de Horarios de Construcción	Principalmente en frentes de trabajo que afecten puntos sensibles del trazado
R-3	Utilización de pantallas acústicas móviles, traslapadas con Índice de Reducción Sonora mínimo de $R_w = 20$ dB	En frentes de trabajo que afecten puntos sensibles del trazado
R-4	Mantenimiento de maquinarias y motores según niveles de emisión establecidos	En todos los frentes de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

11.7.1.3 Plan de medidas elementos del medio humano

Pérdida puntual de terrenos

En general este impacto podrá tener medidas de mitigación o compensación dependiendo del grado de intervención de los terrenos necesarios para el emplazamiento de la faja.

En el presente anteproyecto se contempla que la intervención sea puntual, mínima o acotada, evitando por ello afectar propiedades y uso actual del suelo. De tal forma no se contemplan medidas adicionales.

11.7.2 Plan de Medidas Etapa de Operación

Se reconoce un efecto ambiental negativo en etapa de operación del anteproyecto que debería ser objeto de medidas de mitigación, correspondiente al deterioro de la condición acústica existente por incorporación de tránsito de vehículos.

Dado el tipo de impacto y a la inexistencia a la fecha de una norma de emisión acústica para fuentes móviles, se recomienda fundamentalmente establecer un programa de monitoreo de la condición acústica del área, estableciendo una línea de base previa representativa de los flujos estacionales (al menos 4 mediciones anuales) y representativa de las variaciones diurnas y nocturnas.

11.7.3 Plan de Medidas de Prevención de Riesgos y Contingencias Ambientales

El riesgo puede definirse como una característica del proyecto que tiene un cierto potencial de causar daño. El riesgo siempre existe, mientras se encuentre presente la fuente de peligro, sin embargo disminuye a medida que se aumentan las medidas de su prevención.

De acuerdo con el actual nivel de desarrollo del anteproyecto, la potencial generación de riesgos ambientales está indicada en la tabla siguiente:

Tabla N° 11-17
Riesgos Ambientales determinados para el proyecto

Componente	Etapa	Tipo de Riesgo
Calidad de Aire	Construcción	Contaminación temporal del aire por emisiones de material particulado y de gases de combustión de vehículos y de maquinaria de construcción.
	Operación	Contaminación temporal del aire por aumento de emisiones de gases y material particulado.
Suelos – Sistema Biótico	Construcción	Daño al suelo y al sistema biótico, potencial riesgo de incendios por combustión de los hidrocarburos derramados
	Construcción	Alteración del perfil del suelo natural por sustancias contaminantes o escombros, daño al suelo y al sistema biótico
Hidrología – Sistema Biótico	Construcción	Alteración de la calidad del agua y daño al sistema biótico por sustancias contaminantes
	Operación	Alteración de la calidad del agua y daño al sistema biótico por sustancias contaminantes
Medio Social y Construido	Construcción	Accidentes que afecten a personas, bienes y servicios del área de influencia indirecta. Esto conlleva igualmente un aumento de la percepción de riesgo inherente a la construcción del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

La implementación de las medidas de prevención de los riesgos indicados siempre será responsabilidad de los encargados de la obra directos e indirectos y debe incluir el fundamentalmente el entrenamiento del personal, la definición de roles y responsabilidades de cada ente participante.

11.8 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El proceso de Participación Ciudadana del “Estudio de Preinversión Construcción Conexión Vial Rutas W-120-160, Sector Huicha-Caulín-Chacao”, se realizó mediante seis reuniones, de las cuales, dos reuniones se realizaron para MOP y Vialidad, dos presentaciones a la I lustre Municipalidad de Ancud y dos presentaciones a la Comunidad, en las localidades de Caulín Bajo y Chacao respectivamente. Las presentaciones fueron realizadas durante los días 24 y 25 de Marzo de 2010.

11.8.1 Reunión en Etapa 1

La primera reunión se realizó con la Dirección de Vialidad en la cual se efectuó la presentación interna del proyecto y la revisión de la presentación del estudio; dicha reunión se formalizó el día 24 de marzo de 2010 a las 9:40 hrs. Los asistentes fueron los siguientes:

Tabla N° 11-18
Autoridades y funcionarios de servicios públicos que asistieron a reunión de presentación del proyecto

Nombre	Institución	Cargo	Teléfono/Correo Electrónico
Alvaro Alruiz Fajuri	Dirección de Vialidad X Región	Director Regional	382037
María Elizabeth Friedli	Dirección Vialidad	Jefe Proyecto Plan Chiloé	2-4495347
María Antonieta Córdova	Dirección Regional Vialidad	Jefe Departamento Proyecto	382054
Patricia Neira S.	Dirección de Vialidad Sub Dirección DISS	Inspectora Fiscal	4495559 patricia.neira@mop.gov.cl
Hernán Tobar	Ghisolfo S.A	Jefe de Proyecto	2-6641778
Pablo Ibáñez	Dirección de Vialidad	Analista Ambiental	2-4495987
Jasna Bahamonde	Vialidad Chiloé	Jefe Provincial	382302 jasna.bahamonde@mop.gov.cl
Cristian Ortiz	Vialidad X Región	Medio Ambiente	382064 cristian.ortiz@mop.gov.cl
Rodrigo Peña	Ghisolfo S.A.	Ambientalista	rpena@sustentable.cl

Fuente: Elaboración propia

La segunda presentación del proyecto fue realizada para el MOP el día 24 de marzo de 2010 a las 14:00 hrs. Los asistentes a la presentación fueron los siguientes:

Tabla N° 11-19
Autoridades y funcionarios del ministerio de obras públicas que asistieron a la segunda reunión de presentación del proyecto

Nombre	Institución	Cargo	Teléfono/Correo Electrónico
Hernán Tobar	Ghisolfo S.A	Jefe de Proyecto	2-6641778
Patricia Neira S.	Dirección de Vialidad Sub Dirección Dess	Inspectora Fiscal	4495559 patricia.neira@mop.gov.cl
María Elizabeth Friedli	Dirección Vialidad	Jefe Proyecto Plan Chiloé	2-4495347
Pablo Ibáñez	Dirección de Vialidad	Analista Ambiental	2-4495987
Yesica Avendaño	Dirección Vialidad Regional	Abogado	382046
Jasna Bahamonde	Vialidad Chiloé	Jefe Provincial	382302 jasna.bahamonde@mop.gov.cl
María Antonieta Córdova	Dirección Regional Vialidad	Jefe Departamento Proyecto	382054
Alejandro Candia	Faja Vial Regional	Jefe Sub Departamento	382061 alejandro.candia@mop.gov.cl
Ingrid Cortes	Expropiaciones Regional	Jefe Sub Departamento	382169
Cristian Ortiz	Vialidad X Región	Medio Ambiente	382064 cristian.ortiz@mop.gov.cl
Braulio Norambuena	DIRPLAN-MOP	Profesional	382027 braulio.norambuena@mop.gov.cl
Zabulón Caamaño	DIRPLAN	DIRPLAN	382025 zabulon.caamaño@mop.gov.cl
Rodrigo Peña	Ghisolfo S.A.	Ambientalista	rpena@sustentable.cl

Fuente: Elaboración propia

La tercera presentación del estudio se realizó al alcalde, Concejales y Jefes de Departamento de la Ilustre Municipalidad de Ancud, el día 25 de marzo de 2010 de Los asistentes a la presentación fueron los siguientes:

Tabla N° 11-20
Autoridades y funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Ancud que asistieron a la reunión de presentación del proyecto

Nombre	Institución	Cargo	Teléfono/Correo Electrónico
César Barrientos	Municipalidad Ancud	Encargado APR	cbarrientos@muniAncud.cl
Pablo Ibáñez	Dirección de Vialidad	Analista Ambiental	2-4495987
María Elizabeth Friedli	Dirección de Vialidad	Jefe Proyecto Plan Chiloé	2-4495347
Juan Saldivia	Concejo Municipal	Concejal	96427289
Alicia Suarez	Concejo Municipal	Concejal	95998062
Cristian Vargas	Municipalidad Ancud	SECPLAN	directorsecplan@Ancud.cl
Alex Bahamonde	Municipalidad Ancud	Medio Ambiente	abahamonde@muniAncud.cl
Patricio Oettinger	Municipalidad Ancud	Turismo	patriciooettinger@gmail.com
Ricardo Wagner	Municipalidad Ancud	Secretario Municipal	ricardowagner@yahoo.com
Juan Pablo Torres	Municipalidad Ancud	SECPLAN	ingenierosecplan@Ancud.cl
Nombre	Institución	Cargo	Teléfono/Correo Electrónico
Jasna Bahamonde	Vialidad Chiloé	Jefe Provincial	382302, jasna.bahamonde@mop.gov.cl
Carlos Rojas	Municipalidad Ancud		Cara7422@hotmail.com
Oscar Ramírez	Municipalidad Ancud	Administración Municipal	administrado@Ancud.cl
Alejandro Candia	Faja Vial Regional	Jefe Sub Departamento	382061 alejandro.candia@mop.gov.cl
Francisco Ghisolfo	Ghisolfo S.A.	Jefe Proyecto	fghisolfo@ghisolfo.cl
Rodrigo Peña	Ghisolfo S.A.	Ambientalista	rpena@sustentable.cl

Fuente: Elaboración propia

La cuarta y quinta presentación del proyecto se realizó a las Organizaciones Comunitarias, Juntas de Vecinos y Organismos Locales de las localidades de Caulín Bajo y Chacao.

La Participación Ciudadana de Caulín Bajo se efectuó el día 24 de Marzo de 2010, a las 19:00 hrs. en la Escuela Luis Segovia Ross de Caulín Bajo. Los asistentes a la presentación de proyecto fueron los siguientes:

Tabla N° 11-21
Representantes organizaciones comunitarias y organismos locales que asistieron
a la reunión de presentación del proyecto en Caulín Bajo

Organizaciones Comunitarias y Locales	Institución	Cargo	Teléfono/Correo Electrónico
Rodrigo Peña	Ghisolfo	Ambientalista	rpena@sustentable.cl
Walter Muñoz M.	Agricultor	Dueño de casa	95877349
Atilio Oyarzún	Agricultor	Dueño de casa	93855794
Esidoro Chaura	Pescador	Director de Junta de Vecinos	
Neda Guerrero H	S. Algas	Tesorera	85166880
M. Luzmenia Mansilla	Agroturismo	Representante	93722827
José Reyes Alderete	Pescador		96283435
Sergio Oyarzún M.	Pescador		
Berto f. Alarcón	Agricultor		89337045
Adelina Rosmilla	Llaimilla		
Nelson Maldamora			
Luis Illanes Castex	APR Caulín	Presidente	luisillanes@yahoo.com
Norma Mancilla	Junta de vecinos	Secretaria	90170878
José Raúl Muñoz	Junta de Vecinos	Socio	
Víctor M. Ule	Presidente de sindicato	Pescador artesanal	97527487
Francisco Vera Ule	Comunidad Indígena Huenque Caulín	Vocero	85744268
José Nenén Antimaín			89306419
Aliro Alvarado		Cooperador	88290718
Arsenio Ortiz			
Raúl			
Patricia Alvarado	Centro de Padres		83848685
Luz Marina Raimilla	Centro de Padres	Dueña de Casa	89410012
José Valle	Club deportivo San Carlos	Presidente	70850559
Christian Illanes K.	Viveros Caulín	Dueño	8999454
Pablo Ule Barra	-	Presidente	88783209
Hernán Serón O.	-	Junta de Vecino	
Francisco L. Ojeda B.	Junta de vecino Pugeñún	Presidente	
Walter Cerón C	Caulín Bajo		
Rosa Ulde	Comité Agua Potable	Secretaria	93661708
Dolorindo Ojeda	Junta de Vecino	Presidente	86922493
Iris Ojeda Asencio	Mujeres Rurales Pugeñún	Presidente	
Gastón Ojeda Asencio	Escuela Pugeñún	Presidente	93200710
Modesto Ojeda M	Club deportivo	Tesoro	93661708
Gustavo Nivaldo Ule S.	Jubilados	Jubilado	621779
Leopoldo Vidal C.	Sindicato (buzos)	Socio	96237710
Robinson Marcelo Z	Operador APR Caulín		90190893
Edgardo Alarcón	Escuela	Sostenedor	93262678
No se entiende	-	-	97826223
Víctor S.	Junta de Vecinos	-	
Freddy Cardenas B.	Sindicato Pescadores	-	90190778
Orfilia Paredes Paredes	Junta de Vecinos	-	88593988
Adrian Muñoz	Junta de vecinos	-	
Edmundo Muñoz	Sindicato Pescadores El Bajo	Presidente	68293301
No se entiende	-	Socia	
Cristian B.	Agricultor	Socio	99646786
Samuel Peña Donoso	Junta de Vecinos	Socio	82591853
Alex Muñoz Muñoz	I. Municipalidad de Ancud	Organizaciones Comunitarias	628197
Lidia Ulloa	Junta de Vecinos	Presidenta	88642670
Lastenia Valle Ulloa	Junta de Vecinos	Presidenta	84252782
Elena Ulloa	Club deportivo San Carlos	Secretaria	84252782
Gaspar Alarcón	Sindicato B.	-	
José Guerrero	Sindicato	-	96107824
Humberto Reimilla	-	-	
Tatiana Oyajis	Junta de vecinos APR Caulín	Tesorera	85044835
Nora Alarcón	Junta de vecinos	Tesorera	95892411
Francisco Alarcón	Junta de Vecinos		90711535
Ulises Chaubra	-	-	
José Hernández	Junta de Vecinos	Presidente	83465376
Ema Alvarado	La Florcita	Tesorera	76889492
Alejandro Gutiérrez	-	-	
Sandra Vásquez	-	-	84973663

Organizaciones Comunitarias y Locales	Institución	Cargo	Teléfono/Correo Electrónico
Juana Jeanette Pérez	-	-	88648521
Luis Alderete C.			83579057
Carlos Ojeda G.			79891159
Paulo			63848655
Javier Hernández O.	Sindicato Bahía Caulín	Tesorero	
Sergio Oyarzún G.	Sindicato El Bajo		
Erico Cardenas A.	Sindicato Bahía Caulín	Socio	
Aldo Maldonado M.	Sindicato Bahía Caulín	Socio	
Rolando		Socio	
María Elizabeth Friedli	Vialidad	Jefe Proyecto Plan Chiloé	4491347
Jesica Bahamonde S.	Vialidad	Jefe Provincial Chiloé	382302
Cristian Ortiz	Vialidad	Medioambiente Los Lagos	382064

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11-22
Representantes organizaciones comunitarias y organismos locales que asistieron a la reunión de presentación del proyecto en Chacao, día 25 de mayo de 2010

Nombre	Institución	Cargo	Teléfono/Correo Electrónico
Carlita Barria A.	Comité Adelanto Social	Secretaria	85517078
Gladys Caimapo	Junta de Vecinos		
Gricelio Díaz Penozy	Comunidad Indígena Estero Chacao	Presidente	82525430
Nalladeth Barrientos	Junta de Villa Chacao	Secretaria-tesorera	93678807
Norma Barría	Comité adelanto Social Soledad Remolino	Tesorera	98923845
Pedro Oyarzún	Comité adelanto Social Soledad Remolino		98923847
Erik Alarcón	Carabineros Chacao		065-765359
Rodrigo Peña	Ghisolfo	Geógrafo	rpena@sustentable.cl
Andrés de Beer de Laer.	Parroquia de Chacao	Párroco	696306 / 96223070
Raúl Faulbaum	-	-	93968615
Sergio Uribe	-	-	-
Eva Curimilla	-	-	82097248

Fuente: Elaboración propia

El 15 de marzo de 2011 en reunión DRV, donde se presentan a la DVR resultados de la Etapa 3 y 4, se consensuan criterios para presentación de alternativas y selección, en presentación al Municipio el día 17 de Marzo

17 de marzo de 2011. Presentación I. Municipalidad de Ancud en presencia de representantes de la SEREMI de M. A, presentación de resultados de Etapa 3, evaluación preliminar de alternativas. La SEREMI de M. A, manifiesta que Senderos de Chile tiene en cartera una senda peatonal por la Bahía de Caulín, por lo que compartes el diagnóstico y la necesidad de implementar la variante, alternativa 3

11.8.2 Evaluación

Las reuniones realizadas a la comunidad en las localidades de Caulín Bajo y Chacao fueron evaluadas mediante una encuesta propuesta por la Dirección de Vialidad.

En cuanto a la asistencia de la comunidad, la participación ciudadana realizada en Caulín Bajo tuvo una altísima concurrencia, ya que acudieron 73 personas a la presentación del estudio. Lo cual se explica por la importancia que tiene para la comunidad la construcción de un camino acorde a sus necesidades de conectividad y de calidad en infraestructura vial.

La asistencia de la comunidad a la participación ciudadana realizada en la localidad de Chacao fue menor, ya que solo se presentaron 9 personas en representación de las

organizaciones locales. Éste menor número de asistentes se debe a que Chacao tiene una mayor conectividad con la ciudad de Ancud a través de la ruta 5.

En las presentaciones a la Ilustre Municipalidad de Ancud y Dirección de Vialidad en Puerto Montt no se realizó una encuesta. Sin embargo es posible mencionar que en estas tuvieron una buena acogida del estudio.

11.9 CONCLUSIONES

Como primer elemento cabe señalar que común a todo el desarrollo del estudio, la evaluación ambiental consideró originalmente al menos cinco alternativas, de diferente extensión e implantación en el área de estudio. Evaluadas en forma individual, estas alternativas arrojaron un escenario favorable desde lo ambiental, con impactos positivos en el medio social, de medio y bajo alcance en el medio físico y de medio a alto valor (negativo) respecto del componente biótico asociado a los elementos presentes en la playa de Caulín, por donde se emplazaría parte del trazado en una extensión aproximada de 400 m.

A este respecto, destaca absolutamente (desde lo ambiental) la Bahía de Caulín y sus distintos componentes. Cabe indicar que la autoridad ambiental (entonces CONAMA, actualmente Ministerio del Medio Ambiente) estableció diversas manifestaciones de interés, identificando tres sitios a ser considerados en las acciones generales de la región y cuyo manejo como Sitio Prioritario para la Conservación, se priorizaría según las condiciones de factibilidad del momento, estos son:

- Bahía de Caulín: Con abertura al Chacao y con una alta variedad y concentración de aves, especialmente litorales y migratorias, tanto australes como neárticas. También recibe poblaciones en invierno del flamenco chileno y Cisnes de Cuello negro. Es un Área de Prohibición de Caza (SAG) y con manejo de recursos marinos como la ostra endémica y otros moluscos bentónicos.
- Área Marisma de Caulín: Es un área de descanso y alimentación de aves migratorias, es importante la presencia de flamencos.
- Humedal Bahía Caulín: Se ubica en el extremo norte de la Isla de Chiloé (41°49' S- 73°37'30" W). Corresponde a un humedal de agua salada intermareal de playas con piedras y cantos rodados, que tiene una profundidad de entre 0 y 0,5 metros desde la más baja marea. Es un Bien nacional de uso público, en las que se realizan actividades turísticas, agricultura y ganadería a pequeña escala.

El interés sobre estas áreas no solo se refleja en la manifestación de la autoridad ambiental, sino también se expresa a través del accionar de la I. Municipalidad de Castro y su declaratoria (no oficial) de zona de interés ecológico, así también por la creación de comités ecológicos por parte de la población residente y usuaria de los recursos bentónicos de la bahía y también por las manifestaciones recibidas a través del proceso de participación ciudadana.

Cabe así recalcar que el trazado en anteproyecto ha reducido sensiblemente su alcance respecto de las alternativas originales; acotando al máximo su implantación y

por tanto disminuyendo el número, magnitud e importancia de los impactos determinados en esta etapa.

Reducida así la intervención en la playa de Bahía Caulín y su marisma, los restantes impactos no difieren de los comúnmente establecidos para este tipo de proyectos en sectores rurales y las respectivas medidas de mitigación y control propuestas son de aplicación general y orientadas principalmente a prevenir efectos por construcción sobre sectores adyacentes a la faja de intervención, manteniendo el acceso a la Bahía y conectando el sistema de actividades asociadas al mar mediante los caminos vecinales con la variante.

11.10 RECOMENDACIONES DE LA ESPECIALIDAD AMBIENTAL PARA LA FASE DE DISEÑO

11.10.1 Introducción

La evaluación ambiental relevó siempre la importancia de la Bahía de Caulín (Marisma y Humedal de Bahía Caulín), acorde a lo cual se seleccionó la alternativa 3-A que permite desviar el paso de los flujos que transitan por el sector de la Playa Caulín y reducen así la intervención en la playa de Bahía Caulín y los impactos potenciales sobre la misma.

A lo anterior se debe incorporar el interés de la ex CONAMA por declarar el sector Sitio Prioritario para la Conservación y el accionar de la I. Municipalidad de Castro y su declaratoria (no oficial) de zona de interés ecológico.

Considerando lo anterior, el trazado en anteproyecto acotó al máximo su implantación en la playa de Bahía Caulín y por tanto disminuyó el número, magnitud e importancia de los impactos ambientales potenciales a este nivel de análisis.

No obstante lo anterior y considerando que en la Fase siguiente se deben realizar los estudios ambientales y de participación pertinentes, se recomienda considerar en los mismos las siguientes materias y contenidos.

11.10.2 Respecto de Descripción de Proyecto

11.10.2.1 Emplazamiento

El estudio en fase de diseño deberá considerar con precisión el emplazamiento en el sector de Bahía de Caulín, principalmente los distanciamientos y obras proyectadas (puente) en el área de la marisma y desembocadura del río Guyundén.

Lo anterior considerando que la cercanía con la bahía de Caulín fue el aspecto definitorio de la elección de la alternativa seleccionada.

11.10.2.2 Obras consideradas

De acuerdo al proyecto de ingeniería, se deberá indicar en la descripción de proyecto, tanto en lo que respecta a sus dimensiones, funciones y ubicación, las obras que permitirán acceder a la Bahía de Caulín desde las obras viales en proyecto, así también las facilidades que den realce a la visitación del sector, incluyendo:

- pasarelas peatonales
- ciclovía segregada
- miradores de aves
- áreas de servicios

Se sugiere igualmente considerar la descripción de las obras de protección necesarias para evitar el acceso al humedal de Caulín desde el puente en el río Guyundén.

11.10.2.3 Respecto de las Zonas de Restricción Ambiental

Los estudios ambientales establecen las zonas de restricción ambiental como aquellas donde no se permitirán obras y actividades identificadas del proyecto, principalmente empréstitos, botaderos o instalación de faenas.

Al efecto, se recomienda considerar como áreas de restricción ambiental las siguientes:

a. Predios Sujetos a prohibiciones por adquisición bajo Ley Indígena

Localizado en Caulín Alto (Coordenadas UTM – E 617.650, N 5.369.711) adyacente a la Ruta W-120 se encuentra el terreno Rol 1164-09 perteneciente a Rosa Eliana Nail Astorga, recibido mediante subsidio de tierras indígenas por parte de la CONADI en marzo de 2002. Este predio, de acuerdo a los términos del contrato estipulado entre la CONADI y la beneficiaria del subsidio, tiene restricción o prohibición de venta por un periodo de 20 años, considerados a partir de la fecha de entrega del terreno.

b. Predios de propietarios indígenas

De acuerdo a la información entregada por la Dirección Regional de la CONADI⁸, existen 5 Comunidades Indígenas con Personalidad Jurídica en el área de proyecto y que se indican en la tabla siguiente.

Comunidades indígenas del área de proyecto

Comunidad	Pers. Jurid.	Nº de Familias	Nº Socios	Sector	Presidente
Río Huicha	297	13	18	Cumbre Lecán Alto	Flor María Díaz Nonque
Huenque Caulín	596	25	43	Caulín	Juan Enrique Amolef Miranda
Estero Chacao	609	12	21	Chacao	Helia Selinda Ule Raimilla
Wente Kaulin	610	16	17	Caulín La Cumbre	Adelina V. Raimilla Raimilla
Wente Choroy	728	26	28	Alto La Cumbre	Leticia Isabel Guineo Barría

Fuente: Dirección Regional de Los Lagos, CONADI

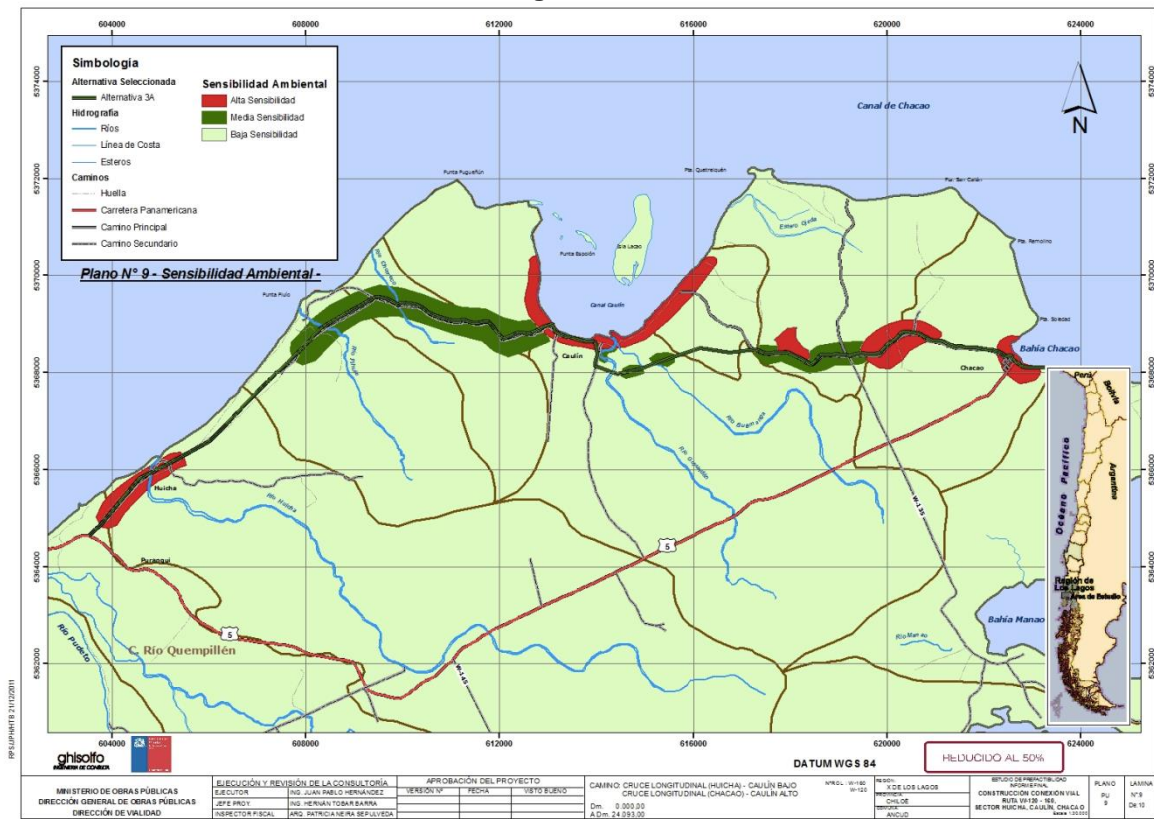
⁸ Dirección Regional de Los Lagos, fono 64-210201. Director Regional, Bernardo Atriao; Unidad Jurídica, Rosalía Almonacid.

No obstante que estas comunidades no poseen tierras indígenas entregadas por el Estado, tienen una presencia visible en el área, mediante un infocentro ubicado próximo a la escuela Luís Segovia Ross y posta Caulín, así también en diversos elementos de adelanto visibles en el sector.

c. Áreas de Sensibilidad Ambiental

A partir de la cartografía de síntesis ambiental es posible recomendar que las zonas de alta sensibilidad ambiental (Bahía Caulí, compra CONADI y acceso a Huicha) indicadas en la figura adjunta sean igualmente consideradas áreas de restricción para efectos de instalación de faenas, empreritos, botaderos y campamentos.

**Figura N° 11.10-1
Lugares Sensibles**



Fuente: Elaboración Propia

11.10.2.4 Respeto a Estudios de línea de base

- Línea de Base Biótica y estudio de Aves

El principal componente biótico del área de Caulín corresponde a las aves (migratorias y de desplazamientos locales).

Al respecto y en relación con los estudios de línea de base se recomienda efectuar estudios y avistamientos en dos estaciones no correlativas (por ejemplo primavera y otoño), lo que permitirá establecer con precisión el alcance de

ocupación (anidamiento, alimentación) de las aves presentes en el humedal y marisma de Caulín y establecer las medidas necesarias en relación al emplazamiento y las obras del proyecto.

Con lo anterior se pretende precaver que existan obras en espacios aparentemente sin ocupación.

11.10.2.5 Respeto a Participación Ciudadana

Dada la presencia de al menos 120 familias con ascendencia indígena en el área del proyecto y no obstante no consignarse predios comunitarios o adquiridos por CONADI, se recomienda en la próxima fase la ejecución de un programa de consulta indígena, complementario a las actividades normales de Participación Ciudadana.

Si bien a la fecha aun no existe una reglamentación definitiva de aplicación de los procedimientos de consulta y participación de los pueblos indígenas establecidas en el Convenio 169 (el DS N° 124 de 2009, del Ministerio de Planificación es un instrumento transitorio y no consultado previamente, por lo cual no goza de buena recepción), es posible desarrollar un proceso voluntario de acercamiento con las comunidades vecinas al proyecto, en consideración a los principios del Convenio 169:

- Consulta a la comunidad sobre cómo consultar de manera pertinente.
- Consulta previa a las acciones sobre el territorio, e informada a las comunidades.
- Consulta efectuada de “buena fe” y de manera culturalmente adecuada.

De lo anterior se obtienen dos productos de gran valor para las actividades de Participación Ciudadana:

- Descripción de un proceso de “participación ciudadana temprana” con apego a los principios del convenio OIT 169
- Acuerdos previos con la comunidad.

11.10.2.6 Metodología de Trabajo

Se propone en esencia que el trabajo de acercamiento o de participación ciudadana se complemente con las actividades necesarias de consulta indígena. En general el proceso de conocimiento previo, acercamiento y consulta debe tener en cuenta los siguientes elementos:

METODOLOGÍA	OBJETIVOS	PRODUCTOS
Entrevistas semiestructuradas	Identificar discurso y posiciones de líderes claves desde la perspectiva institucional formal y tradicional dentro de diversos niveles.	Conocimiento de mapa de actores relevantes a nivel comunal y local Matriz de Actores y Posiciones frente a Proyecto
Análisis Etnográfico	Reconocimiento de manifestaciones, lugares y condiciones de interés de la comunidad en relación al área de proyecto	Identificación de actores y líderes clave dentro de las comunidades Identificación de patrones tradicionales,

METODOLOGÍA	OBJETIVOS	PRODUCTOS
		religiosos y políticos dentro de las comunidades. Identificación de elementos de importancia cultural y económica de la comunidad
Desarrollo de Talleres o exposiciones	Exponer el proyecto con respeto a las sugerencias de la comunidad en proceso de consulta previamente establecido	Consultas y principios de acuerdos

Fuente: Elaboración propia.

En sus aspectos operativos, tanto las entrevistas como el desarrollo de talleres deben adecuarse a los principios inspiradores del Convenio 169, esto es indagar sobre la metodología más adecuada, actores a considerar, respeto por jerarquías en la convocatoria, respeto y formas de convocar a autoridades tradicionales, respeto por poderes locales informales, consulta sobre la necesidad de contar o no con traducción intercultural, diseño de exposiciones de acuerdo a las expectativas de los asistentes, horario adecuado con jornadas laborales; necesidad de efectuar personalmente la invitación, lugar donde realizar los talleres definido por la comunidad; apoyo logístico y financiamiento de pasajes o movilización y agasajo (comida) que debe contemplar cada Taller, etc.

La validación de las actividades se logra a la vez con la información e invitación a participar a las autoridades vinculadas, por lo cual debería considerarse al menos a:

- Dirección regional o provincial de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA Región de los Lagos)
- SEREMI del Medio Ambiente Región de Los Lagos
- Municipalidad de Ancud

11.10.2.7 Plazos

Se estima que el producto de la Consulta Indígena en el marco del Convenio 169 debería obtenerse en un plazo concordante con los de la PAC regular de este tipo de proyecto. No obstante ello, los acuerdos (de existir) deberían ser suscritos antes de la finalización de los estudios y no quedar pospuestos para etapas próximas.

- **Sector 2:** Camino privado actualmente en uso público (468,2 mt.), correspondiente al acceso al Fundo Los Cisnes y acceso poniente a la playa de la Bahía de Caulín, y que es utilizado para el tránsito vehicular que actualmente transita por la playa de Caulín, durante la baja mar.
- **Sector 3:** Construcción Variante Caulín (3,562 km) que une la ruta W-160, Huicha - Caulín con la ruta W-120, Caulín-Chacao, alejándose del borde costero, desviando el tránsito vehicular que actualmente transita por el camino de acceso al Fundo Los Cisnes y la playa de Caulín, de manera intermitente.
- **Sector 4:** Mejora el trazado actual de la Ruta W-160, Huicha – Caulín (13,042 km)

Desde el punto de vista metodológico, se definió como Situación Base:

- a).- Expropiación correspondiente al Sector 2, de la faja vial correspondiente al camino de acceso poniente al Fundo Los Cisnes y a la playa de la Bahía de Caulín (468,2 mt.), actualmente de propiedad de la familia Hanning.
- b).- Conservación de la Ruta W-120, Chacao – Caulín, que contempla en su planificación la Dirección Regional de Vialidad.

Cabe hacer presente, que hoy la conectividad entre las Rutas W-120 y W-160, se desarrolla en un primer tramo, por el camino privado emplazado en el Fundo Los Cisnes, denominado Sector 2 y un segundo tramo sin camino, por la playa de la Bahía de Caulín (solo en los periodos de bajamar). A lo anterior se suma, la voluntad manifiesta de los propietarios del Fundo Los Cisnes, de cerrar al tránsito público el camino emplazado en su propiedad, impidiendo el tránsito vehicular como peatonal que conecta actualmente las rutas W-120-160 y el acceso a la playa, desde el poniente.

Esto genera la necesidad de expropiar el Sector 2 como parte del proyecto, para otorgar conectividad a los flujos vehiculares y peatonales que hoy circulan entre las rutas W-160, Huicha – Caulín y W-120, Caulín – Chacao, y que se mantendrán durante el tiempo que durará la construcción de la Variante (Sector 3), constituyéndose posteriormente en un acceso público a la playa; por lo que la expropiación del Sector 2, pasa a formar parte de los objetivos del proyecto.

Por esta razón la expropiación del Sector 2, se incorporó en los costos, y en la evaluación económica y social del proyecto, para otorgar conectividad a las localidades de Huicha y Caulín, a través de las rutas W-120 y W-160, en la Provincia de Chiloé (ver Informe Final: Memoria, punto 9.1.12, Resultado del Estudio, tabla N°9-5 Valores Lotes a Expropiar Situación Base, Pág.9-95).

A continuación, se listan los datos, tablas y textos a ser reemplazados, en los cuales se rectifica la valorización de las obras, así como la evaluación económica y social de la alternativa seleccionada presentada en la Memoria; en el sentido de incorporar el monto y el ítem correspondiente a la expropiación del Sector 2, camino privado emplazado en el Fundo Los Cisnes:

1. La Tabla N°1, reemplaza la Tabla 10-1, Montos de Inversión Alternativa 3-A (Pág. 10-98, de la Memoria).

Tabla N° 1
Montos de Inversión Alternativa 3-A

INVERSIONES				
SECTORIZACION	RUTA	INVERSION OBRAS VIALES	TOTAL EXPROPIACIONES	PRESUPUESTO TOTAL ALTERNATIVA + EXPROPIACIONES
SECTOR 2 Dm 0,00 a Dm 468,181 sector interior	W-120 FUNDO LOS CISNES		14,440,020	14,440,020
SECTOR 3 Dm 0 a Dm 3.562,406 Variante Caulin	VARIANTE CAULIN	1,102,059,360	171,256,202	1,273,315,562
SECTOR 4 Dm 0,00 a Dm 8.350 Ruta W-160	W-160	1,178,036,524	380,736,213	2,323,758,348
SECTOR 4 Dm 8.350 a Dm 8.700 Ruta W-160	W-160 TRAMO CON ACERA PEATONAL	114,547,245		
SECTOR 4 Dm 8.700 a Dm 12.660 Ruta W-160	W-160	567,285,122		
SECTOR 4 Dm 12.660 a Dm 12.860 Ruta W-160	W-160	46,643,774		
SECTOR 4 Dm 12.860 a Dm 13.042,029 Ruta W-160	W-160	36,509,470		
PRESUPUESTO TOTAL OBRAS		3,045,081,496	566,432,435	3,611,513,931
Valor Incluido IVA		3,623,646,980	566,432,435	4,190,079,415

2. La Tabla N°2, reemplaza la Tabla 510-12, Beneficio por Corte Temporal y Valor Residual del Proyecto definitivo (Pág. 10-103 del Informe Final: Memoria).

Tabla N° 2
Beneficio por corte temporal, inversión y valor residual proyecto definitivo

Corte temporal	Beneficio Alternativa 3-A (MM\$)
2015	196.5
2020	242.9
2030	346.3
Inversión Social (MM\$)	3,465.4
Valor residual (MM\$)	2,305.8

Fuente: Elaboración Propia

3. La Tabla N°3, reemplaza la Tabla N° 10-13 Consumo Y Ahorros de Recursos Sociales, Alternativa 3-A (MM\$ dic 2010) (Pág. 10-104, del Informe Final: Memoria).

(ver Pág. siguiente)

**Tabla 3
Consumos y Ahorros de Recursos Sociales, Alternativa 3-A (MM\$ dic 2010)**

Corte	Año	Base				Proyecto						Flujo
		Conservación	Costos Operacionales	Tiempo	Total	Conservación	Costos Operacionales	Tiempo	Total	Expropiaciones	Inversión	
0	2014		138.745	133.213	271.954	0	138.365	132.845	271.209	-566.4	- 2898.9	-3464.6
1	2015	41.5	2,913.6	8,493.2	11,448.3	20.9	2,874.4	8,335.9	11,231.2			217.1
2	2016	41.5	3,039.7	8,860.7	11,941.8	20.9	2,998.8	8,696.6	11,716.3			225.6
3	2017	127.2	3,171.2	9,244.1	12,542.5	40.1	3,128.5	9,072.9	12,241.5			301.0
4	2018	41.5	3,308.4	9,644.0	12,993.9	20.9	3,263.9	9,465.4	12,750.2			243.7
5	2019	69.0	3,451.6	10,061.3	13,581.8	20.9	3,405.1	9,875.0	13,301.0			280.8
6	2020	41.5	3,600.9	10,496.6	14,139.0	71.7	3,552.4	10,302.2	13,926.4			212.6
7	2021	127.2	3,731.0	10,875.8	14,734.0	20.9	3,680.8	10,674.4	14,376.1			357.9
8	2022	41.5	3,865.8	11,268.7	15,175.9	20.9	3,813.7	11,060.0	14,894.6			281.3
9	2023	41.5	4,005.4	11,675.7	15,722.6	40.1	3,951.5	11,459.5	15,451.1			271.5
10	2024	41.5	4,150.1	12,097.5	16,289.1	723.2	4,094.3	11,873.5	16,690.9			-401.8
11	2025	154.7	4,300.0	12,534.5	16,989.3	20.9	4,242.2	12,302.4	16,565.5			423.8
12	2026	41.5	4,455.4	12,987.3	17,484.2	71.7	4,395.4	12,746.8	17,213.9			270.2
13	2027	41.5	4,616.3	13,456.5	18,114.3	20.9	4,554.2	13,207.3	17,782.4			331.9
14	2028	41.5	4,783.1	13,942.6	18,767.1	20.9	4,718.7	13,684.4	18,424.0			343.1
15	2029	127.2	4,955.9	14,446.3	19,529.3	40.1	4,889.2	14,178.7	19,108.0			421.4
16	2030	41.5	5,134.9	14,968.1	20,144.5	20.9	5,065.8	14,690.9	19,777.6			366.9
17	2031	69.0	5,320.4	15,508.8	20,898.2	20.9	5,248.8	15,221.6	20,491.3			406.9
18	2032	41.5	5,512.6	16,069.1	21,623.1	71.7	5,438.4	15,771.5	21,281.6			341.5
19	2033	127.2	5,711.7	16,649.6	22,488.5	20.9	5,634.8	16,341.2	21,997.0	566.4	1,739.4	2,797.3

VAN	277.78 MM\$
TIR	6.7%
TRI	6.3%

Fuente: Elaboración Propia

4. Se reemplaza el 1º párrafo de la página Pág. 10-105, del Informe Final: Memoria, en el siguiente sentido:

Donde dice: “El proyecto posee una rentabilidad positiva que alcanza una **TIR de 6.8%...**”.

Debe decir: “El proyecto posee una rentabilidad positiva que alcanza una **TIR de 6.7%...**”

Se inserta al final del párrafo la siguiente tabla y párrafo:

Indicadores Económicos	
VAN	\$277.78
TIR	6.7%
TRI	6.3%

Fuente: Elaboración Propia

En la evaluación se incorporaron dentro de los costos, la expropiación del Sector 2, (camino privado Fundo Los Cisnes) el año 2014. Se ha considerado que se iniciará la construcción del proyecto el año 2015 y tendrá una vida útil de 20 años.

5. **La Tabla N°4, reemplaza la Tabla 10-14, Resumen Ahorro de Recursos Alternativa 3-A (\$ dic 2010)** (Pág. 10-105, del Informe Final: Memoria).

Tabla 4
Análisis de Sensibilidad
Resumen Ahorro de Recursos Alternativa 3-A (\$ dic 2010)

Escenario Sensibilización	Indicador	Valor
I,- No se considera el valor residual,	VAN (MM\$)	-\$ 297.10
	TIR	5.0%
	TRI	6.3%
II,- Aumento de los costos de inversión de un 10%	VAN (MM\$)	\$ 7.46
	TIR	6.0%
	TRI	5.7%
III,- Aumento de los costos de inversión de un 20%	VAN (MM\$)	-\$ 262.87
	TIR	5.4%
	TRI	5.2%
IV,- Disminución de los beneficios(flujos) en un 10%	VAN (MM\$)	-\$ 18.86
	TIR	5.9%
	TRI	5.7%
V,- Disminución de los beneficios (flujos) en un 20%	VAN (MM\$)	-\$ 316.99
	TIR	5.1%
	TRI	5.1%

Fuente: Elaboración Propia

6. Y el párrafo siguiente reemplaza y actualiza el último párrafo de la Pág. 10-105, del Informe Final: Memoria:

Los resultados indican que no difieren mayormente con respecto al obtenido en la evaluación sin la expropiación del Sector 2, e indican que la alternativa 3-A, incluida la expropiación indicada, sigue siendo rentable desde el punto de vista social, en el caso de un escenario de sensibilización a la baja en un nivel del 10%, ya que en este caso se mantiene la tasa interna de retorno por sobre el 6% exigido y generando un VAN positivo.

Luego, se deduce la conveniencia de implementar el proyecto de mejoramiento para la conectividad de las rutas W-120 y W-160, que dará accesibilidad y conectividad a las localidades de Huicha y Caulín en la Provincia de Chiloé, asumiendo variaciones en la estimación de la inversión o de los beneficios no mayores al 10% en términos pesimistas.