



Ministerio de
Obras Públicas

Gobierno de Chile



Agua



Aeropuertos



Arquitectura



Obras Hidráulicas



Obras Portuarias



Vialidad

DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO

ESTUDIO

Análisis del beneficio social del mantenimiento vial de obras públicas.

ZONA NORTE



DICIEMBRE DE 2005

ÍNDICE

Informe Final

“ANÁLISIS DEL BENEFICIO SOCIAL DEL MANTENIMIENTO VIAL DE OBRAS PÚBLICAS”

ÍNDICE MEMORIA

1	INTRODUCCIÓN	1-1
1.1	OBJETIVOS Y ALCANCES	1-1
1.2	CONTENIDO DEL INFORME	1-2
2	CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL.....	2-1
2.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	2-1
2.1.1	<i>Distribución de los Caminos por Tipo de Carpeta.....</i>	<i>2-1</i>
2.1.2	<i>Distribución de los Caminos Según Estructura de Pavimento.....</i>	<i>2-2</i>
2.1.3	<i>Distribución por Estándar de los Caminos No Pavimentados.....</i>	<i>2-6</i>
2.1.4	<i>Estado de los Caminos Pavimentados.....</i>	<i>2-7</i>
2.1.5	<i>Estado de los Caminos No Pavimentados.....</i>	<i>2-11</i>
2.2	CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS.....	2-15
2.2.1	<i>Cobertura del Plan Nacional de Censos 2002.....</i>	<i>2-15</i>
2.2.2	<i>Caracterización por Nivel de Tránsito de las Rutas Pavimentadas.....</i>	<i>2-20</i>
2.2.3	<i>Caracterización por Nivel de Tránsito de las Rutas No Pavimentadas.....</i>	<i>2-23</i>
2.3	CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES.....	2-26
2.3.1	<i>Nivel de Importancia de las Rutas.....</i>	<i>2-26</i>
2.3.2	<i>Variables Medio Ambientales y Geométricas de los Caminos.....</i>	<i>2-28</i>
3	CARACTERIZACIÓN RED IV REGIÓN	3-1
3.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	3-1
3.2	CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS.....	3-2
3.3	CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES.....	3-5
4	TRAMIFICACIÓN DE LA RED EN ESTUDIO	4-1
4.1	RED NACIONAL	4-1
4.1.1	<i>Definición de Variables de Estratificación.....</i>	<i>4-1</i>
4.1.2	<i>Tramificación de Kilómetros de Caminos Pavimentados.....</i>	<i>4-4</i>
4.1.3	<i>Tramificación de Kilómetros de Caminos No Pavimentados.....</i>	<i>4-23</i>
4.2	RED IV REGIÓN	4-37
5	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RED IV REGIÓN.....	5-1
5.1	EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LOS PAVIMENTOS.....	5-1
5.1.1	<i>Metodología para la obtención del IRI (m/km).....</i>	<i>5-1</i>
5.1.2	<i>Resultados IRI (m/km).....</i>	<i>5-3</i>
5.1.3	<i>Metodología para la obtención de la Macrotextura, SMTD (mm).....</i>	<i>5-3</i>
5.1.4	<i>Resultados Macrotextura, SMTD (mm).....</i>	<i>5-4</i>
5.2	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CON EL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO.....	5-4
5.2.1	<i>Metodología del Deflectómetro de Impacto.....</i>	<i>5-4</i>
5.2.2	<i>Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento de Hormigón.....</i>	<i>5-7</i>
5.2.3	<i>Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento Asfáltico.....</i>	<i>5-8</i>

5.3	AUSCULTACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS (MONOGRAFÍA DE PAVIMENTOS).....	5-10
5.3.1	Metodología de Auscultación.....	5-10
5.3.2	Resultados de los Deterioros Superficiales	5-11
5.3.3	Metodología para la obtención del Ahuellamiento.....	5-11
5.3.4	Resultados Obtenidos de Ahuellamiento.....	5-12
5.3.5	Metodología para la Obtención del Escalonamiento	5-12
5.3.6	Resultados Obtenidos de Escalonamiento.....	5-13
5.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LA CALZADA.....	5-14
5.5	VERIFICACIÓN DE INVENTARIO VIAL Y CUBICACIÓN DE ELEMENTOS MEDIANTE UN VIDEO.....	5-20
5.5.1	Resultados obtenidos.....	5-20
5.6	EVALUACIÓN DE LA RETRORREFLECTANCIA EN SEÑALES VERTICALES.....	5-21
5.6.1	Metodología de evaluación.....	5-21
5.6.2	Resultados Retrorreflectancia en señales verticales.....	5-22
5.7	INSPECCIÓN DE PUENTES, ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE.....	5-24
5.7.1	Listado de Puentes Incluidos en esta Inspección.....	5-24
5.7.2	Metodología de Inspección Visual Utilizada.....	5-25
5.7.3	Resumen de la Inspección de Puentes. Estado de Cada Puente.....	5-25
5.7.4	Comentarios.....	5-35
5.7.5	Resultados de Inspección de Obras de Arte.....	5-36
5.8	LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIAL DEL EJE LONGITUDINAL , CARACT . GEOMÉTRICAS.	5-38
5.8.1	Metodología de Obtención del Eje.....	5-38
5.8.2	Resultados Obtenidos.....	5-38
6	COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN E INFORMACIÓN DE POLÍTICA PRESUPUESTARIA.....	6-1
6.1	COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN.....	6-1
6.2	ANTECEDENTES DE POLÍTICA PRESUPUESTARIA.....	6-3
6.2.1	Presupuestos por Servicio y Región.....	6-3
6.2.2	Presupuestos Históricos de la Dirección de Vialidad.....	6-10
7	ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN	7-1
7.1	ESTÁNDAR DE CONSERVACIÓN PARA CAMINOS.....	7-1
7.2	ESTÁNDAR DE CONSERVACION OBRAS DE ARTE.....	7-3
7.3	ESTÁNDAR DE CONSERVACION SEÑALIZACIÓN VERTICAL	7-3
8	MODELACIÓN CON HDM4 A 20 AÑOS	8-1
8.1	ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN MODELADOS.....	8-1
8.2	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN.....	8-11
8.2.1	Análisis de Resultados Para la Red Nacional.....	8-11
8.2.2	Análisis de Resultados Para la Red de la IV Región.....	8-25
9	MODELACIÓN DE MEDIANO PLAZO DE LA RED NACIONAL	9-1
9.1	POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN MODELADAS.....	9-1
9.2	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN PARA LA POLÍTICA ÓPTIMA.....	9-6
9.2.1	Cálculo de Factores de Ajuste	9-6
9.2.2	Resultados Alternativa Óptima	9-6
9.2.3	Comparación con Montos Actuales de Inversión en Conservación.....	9-14
9.3	INDICADORES POR ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN Y PROPUESTAS POR TIPO DE CAMINOS.....	9-18
9.3.1	Caminos de Asfalto.....	9-19
9.3.2	Caminos de Hormigón.....	9-22
9.3.3	Caminos de Ripio.....	9-25
9.3.4	Caminos de Tierra	9-27
9.3.5	Caminos de Capa de Protección	9-29

9.3.6	<i>Caminos de Grava Estabilizadas.....</i>	9-30
9.4	NIVELES DE GASTOS PARA LAS ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS.....	9-31
9.4.1	<i>Gastos de Medios en Mejoramiento y Conservación Vial.....</i>	9-31
9.4.2	<i>Factores de Corrección por Cobertura Media Anual.....</i>	9-35
9.4.3	<i>Gasto Medio en Conservación Corregido.....</i>	9-37
9.4.4	<i>Detalle de Resultados a Nivel Regional y Tipo de Camino.....</i>	9-40
9.4.5	<i>Niveles de Gastos Según Umbrales de IRI y % de Grietas Anchas.....</i>	9-41
9.5	COMPARACIÓN CON MONTOS ACTUALES DE INVERSIÓN EN CONSERVACIÓN.....	9-43
9.6	CURVAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO.....	9-46
9.7	CONCLUSIONES.....	9-49
9.7.1	<i>Propuestas de Conservación Recomendadas.....</i>	9-49
9.7.2	<i>Inversiones en Mejoramiento.....</i>	9-51
9.7.3	<i>Comparación de Gastos de Conservación de CAPRO y de No Pavimentados.....</i>	9-52
9.7.4	<i>Gasto Anual en Mantenimiento Con Corrección de Conservación Rutinaria.....</i>	9-53
9.7.5	<i>Gasto Anual en Mantenimiento Sin Corrección de Conservación Rutinaria.....</i>	9-55
10	MODELACIÓN DE RED PILOTO DE LA IV REGIÓN	10-1
10.1	POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN MODELADAS.....	10-1
10.2	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN PARA LA POLÍTICA ÓPTIMA	10-4
10.3	RESULTADOS POR RUTAS Y PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN	10-7
10.3.1	<i>Resultados Ruta 43.....</i>	10-7
10.3.2	<i>Resultados Ruta 41.....</i>	10-8
10.3.3	<i>Resultados Ruta 51.....</i>	10-10
10.3.4	<i>Resultados Ruta 485</i>	10-10
10.3.5	<i>Resultados Ruta 595</i>	10-11
10.3.6	<i>Resultados Ruta 45.....</i>	10-12
10.3.7	<i>Resultados Ruta 505</i>	10-12
10.3.8	<i>Resultados Rutas 410, 419, 420 y 440.....</i>	10-13
10.3.9	<i>Resultados Rutas 205, 305, 315 y 325.....</i>	10-14
10.4	MONTOS DE INVERSIÓN DE ALTERNATIVA RECOMENDADA.....	10-15
10.4.1	<i>Síntesis de Alternativas Recomendadas por Tramos de la Red Piloto.....</i>	10-15
10.4.2	<i>Variación de los Km de Red Según Tipo de Caminos.....</i>	10-17
10.4.3	<i>Niveles de Inversión por Años.....</i>	10-17
10.4.4	<i>Niveles de Inversión por Actividad de Mantenimiento.....</i>	10-18
10.4.5	<i>Detalle de Niveles de Inversión por Ruta.....</i>	10-20
10.5	ESTIMACIÓN DE INGRESOS Y RENTABILIDAD PRIVADA.....	10-26

ÍNDICE ANEXOS MAGNÉTICOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

ANEXONº 1.1: INFORMACIÓN BASE UTILIZADA

CAPÍTULO 4: TRAMIFICACIÓN DE LA RED EN ESTUDIO

ANEXONº 4.1: TRAMIFICACIÓN RED NACIONAL

ANEXONº 4.2: TRAMIFICACIÓN RED PILOTO IV REGIÓN

CAPÍTULO 7: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RED IV REGIÓN

ANEXONº 5.1: EVALUACIÓN FUNCIONAL IRI

ANEXONº 5.2: MACROTEXTURA

ANEXONº 5.3: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

ANEXONº 5.4: INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

ANEXONº 5.5: AHUELLAMIENTO

ANEXONº 5.6: ESCALONAMIENTO

ANEXONº 5.7: FIGURAS DE ANÁLISIS DE ESTADO

ANEXONº 5.8: CUBICACIÓN DEL VIDEO

ANEXONº 5.9: RETRORREFLECTANCIA

ANEXONº 5.10: FIGURAS DE RETRORREFLECTANCIA

ANEXONº 5.11: INSPECCIÓN DE PUENTES

ANEXONº 5.12: INSPECCIÓN DE OBRAS DE ARTE

ANEXONº 5.13: COORDENADAS GEODÉSICAS Y GEOMETRÍA

CAPÍTULO 8: MODELACION CON HDM4

ANEXONº 8.1: ARCHIVOS DE MODELACIÓN DE HDM4

ANEXONº 8.2: RESULTADOS MODELACIÓN DE LA RED NACIONAL

ANEXONº 8.3: RESULTADOS MODELACIÓN DE LA RED PILOTO DE LA IV REGIÓN

ANEXONº 8.4: RESULTADOS DE MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD Y REGIÓN

ANEXONº 8.5: RESULTADOS DE MONTOS DE INVERSIÓN POR RUTA DE LA IV REGIÓN

CAPÍTULO 9: MODELACIÓN DE MEDIANO PLAZO DE LA RED NACIONAL

ANEXONº 9.1: RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE MEDIANO PLAZO

CAPÍTULO 10: MODELACIÓN DE LA RED PILOTO DE LA IV REGIÓN

ANEXONº 10.1: RESULTADOS RED PILOTO DE LA IV REGIÓN

INFORME FINAL

ESTUDIO: ANÁLISIS DEL BENEFICIO SOCIAL DEL MANTENIMIENTO VIAL DE OBRAS PÚBLICAS

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES

El presente documento corresponde al Informe Final del Estudio **Análisis del Beneficio Social del Mantenimiento Vial de Obras Públicas**, encargado por la Dirección de Planeamientos del Ministerio de Obras Públicas a la empresa consultora CIS Asociados Consultores en Transporte S.A.

El trabajo se enmarca en la necesidad por parte de la autoridad de analizar y evaluar distintas alternativas de gestión y financiamiento de la conservación vial, que permita mejorar el estado de las vías existentes y anticipar la ejecución de las obras de rehabilitación y mejoramiento de la red a nivel regional. En este contexto se requiere diseñar una política de mantenimiento de la infraestructura vial que reconozca la disponibilidad de fondos públicos como también considere la participación del sector privado en esta actividad, siendo precisamente este el objetivo central de la presente consultoría.

Para ello se requiere proponer y justificar un marco presupuestario, a nivel nacional como regional, destinado a las actividades de conservación de la infraestructura, indicando las actividades y política del mantenimiento vial. Así también, como actividad de apoyo al análisis técnico se requiere desarrollar un análisis económico orientado a determinar la rentabilidad privada y social de estos planes de mantenimiento. Este análisis nacional fue aplicado a nivel local en una red de caminos de la IV región, para lo cual se consideró un completo auscultamiento de la infraestructura a objeto de obtener los planes de conservación que más se acerquen a la realidad local, proponiendo también estrategias de financiamiento.

A continuación se presentan los principales resultados de la caracterización de la red vial nacional y de la IV Región, la tramificación de la red del Estudio, la estimación de parámetros de la red nacional y de estándares de conservación, el levantamiento de información de la red de la IV Región, y por último, los resultados de la modelación con HDM IV, de la red nacional y piloto de la IV Región.

Se proponen además estándares de manteniendo de los caminos de la red nacional, a partir de los resultados del modelo para distintas políticas de conservación en un horizonte de 10 años de evaluación.

Para el caso de la Red Piloto de la IV Región, se presenta un análisis de beneficios y costos de distintas alternativas de mantenimiento a un horizonte de 10 y 15 años. A partir de ello, se generaron posteriormente propuestas de conservación para cada uno de las rutas que conforman la red, las cuales fueron evaluadas financieramente.

1.2 CONTENIDO DEL INFORME

Además del capítulo de Introducción, el documento cuenta con otros 9 Capítulos, cuyo contenido es el siguiente.

- ? En el **Capítulo 2: Caracterización de la Red Vial Nacional**, se presenta y analiza la información de base utilizada para dimensionar y caracterización de la Red Vial Nacional. Ello con la finalidad de poder representar adecuadamente la red nacional de caminos públicos, a través de la definición de tramos homogéneos del punto de vista de las variables que influyen en la conservación y mantenimiento del patrimonio vial. Ciertamente el alcance de la actividad y precisión de sus resultados, está en función del nivel de cobertura y de actualización de los antecedentes existentes, aspecto que se analizan durante el capítulo.
- ? En el **Capítulo 3: Caracterización Red IV Región**, se establecen los requerimientos para poder tramificar los caminos de la red piloto IV región, con el fin de estudiar y evaluar posteriormente, distintos planes de conservación y mantenimiento de las vías que componen la red. Específicamente, mediante el análisis de las características físicas, operacionales y territoriales se definieron los tramos definitivos para la posterior modelación en HDM-4.
- ? En el **Capítulo 4: Tramificación de la Red en Estudio**, se utiliza la información base recabada, y con ella se genera la tramificación de la Red Nacional y Piloto de la IV Región. Para el caso de la Red Nacional, la tramificación se realizó con el criterio de identificar tramos de caminos que resulten homogéneos en cuanto al plan de mantenimiento vial ha diseñar. Esto significa minimizar la varianza del costo de mantenimiento de los tramos que pertenezcan a una misma categoría. Los criterios considerados en esta tramificación son aquellos de mayor incidencia en la

determinación del costo de manteniendo de la infraestructura, como son: tipo y estado de la carpeta de rodadura, demanda vehicular y aspectos de política territorial. Será a partir del cruce de las distintas variables, que se determina el número de categorías de caminos consideradas en la categorización de la red vial.

Para el caso de la Red Piloto de la IV Región, la tramificación se realizó en base a los datos del inventario vial, complementado con los resultados de las visitas a terreno. Se agruparon los tramos de acuerdo a la carpeta de rodadura, espesores de capas, capacidad de soporte y tipo de suelo. Además se ajustó la tramificación asociándole datos de tránsito e IRI. Posteriormente se llevó a cabo la sectorización final de las rutas considerando el análisis de los datos recogidos en terreno, tales como deterioros superficiales e información actualizada proveniente de la Dirección Regional de Vialidad de la IV región.

- ? En el **Capítulo 5: Levantamiento de Información Red IV Región**, se presentan los procedimientos y tecnología utilizadas en la obtención de los distintos antecedentes geométricos y de estado. Se realizó una evaluación del estado actual del pavimento, mediante visitas a terreno de un Ingeniero Especialista, como también de mediciones de Regularidad (IRI) y Macro textura del pavimento mediante Perfilometría Láser, Ensayos de Deflectometría de Impacto (FWD), cubicación de elementos complementarios y verificación de inventario a partir de un Video Referenciado kilométricamente de las rutas, mediciones de Retrorreflectancia de Señales Verticales, un Levantamiento Georeferencial del eje longitudinal de las rutas, mediciones de Ahuellamiento y Escalonamiento, e inspección de deterioros superficiales. Es decir se generó un completo auscultamiento de la infraestructura, generándose así los datos de entrada para la modelación con HDM-4.
- ? En el **Capítulo 6: Costos Unitarios de Conservación e Información de Política Presupuestaria**, se presentan en primer término los costos unitarios por tipo de actividad de conservación y mejoramiento, los cuales corresponden a datos de estrada del modelo HDM-4, para la posterior generación de los gastos en mantenimiento por escenario de modelación. Además en el capítulo se presentan y analizan los antecedentes de presupuesto actual de la Dirección de Vialidad, y en particular el destinado regionalmente a conservación de las calzadas. Esto último es un dato de gran importancia en el trabajo, ya que sirve de parámetro de comparación entre los montos medios en conservación de calzadas de los últimos años, con los resultantes de la modelación.

- ? En el **Capítulo 7: Estándares de Conservación**, se describen en primer término las distintas actividades de mantenimiento de caminos pavimentados y no pavimentados. Mediante la combinación de estas actividades de conservación, se definen una serie de estándares propuestos para la conservación de caminos. Dichos estándares incluyen una política "base" para la evaluación de la red vial, más diferentes políticas de conservación asociadas a diversos niveles de deterioro, tránsito y tipo de pavimento, entre otros factores. Por otro lado, y en común acuerdo con la Inspección Fiscal del proyecto, se han agregado otros estándares de conservación y mejoramientos, como la actividad de ampliación de calzada para caminos pavimentados, con criterio de intervención definido en conjunto con la Inspección Fiscal del estudio.
- ? En el **Capítulo 8: Modelación con HDM -4 a 20 Años**, se presentan y analizan los resultados de las corridas del modelo de la Red Nacional y Red Piloto de la IV Región. Específicamente, se muestran los resultados por programa y gastos de la alternativa óptima recomendada por el modelo. En función de los resultados obtenidos, se generaron y modelaron nuevos estándares de conservación vial, para un horizonte esta vez de mediano plazo (10 años). Dichos estándares de conservación, como también los resultados de su modelamiento, se presentan y analizan en el Capítulo 9 del Estudio.
- ? En el **Capítulo 9: Modelación de Mediano Plazo de la Red Nacional**, se presentan nuevas corridas de la Red Nacional, esta vez para una período de 10 años, y además con nuevas alternativas de estándares y políticas de mantenimiento sugeridas por la Inspección Fiscal. En base a los resultados obtenidos de estas corridas del modelo, se generó una propuesta de conservación de la red vial, según tipo de carpeta, zona geográfica y nivel de tránsito. Para dicha propuesta se obtuvo el gasto en el horizonte de 10 años, el cual se comparó con el presupuesto actual.
- ? Finalmente en el **Capítulo 10: Modelación de la Red Piloto de la IV Región**, se presentan las políticas de conservación de la red Piloto de la IV Región, junto a los resultados obtenidos por el modelo en un horizonte de 10 y 15 años. El análisis de los resultados por alternativa modelada, permitió generar una propuesta de conservación para cada ruta que conforma la red. Se generaron los montos de inversión de la alternativa recomendada, junto a la estimación de ingresos y rentabilidad de un eventual negocio a través del esquema de concesiones.

Para una mejor comprensión de los términos que se presentan en el documento, se ha decidido incorporar un Glosario, el cual se presenta al final de la Memoria del Informe.

Así también se ha decidido incorporar el Anexo N° 1.1, donde se almacena la totalidad de la Información Base utilizada en el desarrollo del Estudio, incluyéndose una Minuta con el Contenido de las Bases de Datos, y la objetivos que la información cumplió para el desarrollo del Trabajo.

1	INTRODUCCIÓN	1-1
1.1	OBJETIVOS Y ALCANCES.....	1- 1
1.2	CONTENIDO DEL INFORME	1-2

2 CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL

Esta actividad persigue generar la información de base que permita la adecuada representación de la red nacional de caminos públicos, a través de la definición de tramos homogéneos del punto de vista de las variables que influyen en la conservación y mantenimiento del patrimonio vial. Ciertamente el alcance de esta actividad y precisión de los resultados que se obtengan, está en función del nivel de cobertura y de actualización de los antecedentes existentes, aspecto que se analiza en el presente capítulo.

2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.1.1 Distribución de los Caminos por Tipo de Carpeta

El posterior estudio de políticas de conservación y mantenimiento de los caminos requiere disponer de información que caracterice el estado y tipo de los pavimentos para la red vial nacional bajo análisis. Para este objetivo se usó la información administrada por la Dirección de Vialidad a través del inventario vial y que entrega antecedentes del tipo de caminos: pavimentado, no pavimentado, tipo de pavimento: hormigón, asfalto, estado de la carpeta de rodado, entre las principales variables consideradas. Red que a Diciembre de 2003 totaliza más de 80 mil kilómetros de camino de los cuales sobre 16.5 mil corresponden a caminos pavimentados, como se muestra en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 2.1: KM DE CAMINOS RED VIAL SEGÚN REGIÓN Y TIPO DE CARPETA

Región	Asfalto	Hormigón	Capa de Protección	Grava Estabilizada	Ripio	Tierra	Total
I	1.434	4	84	8	277	2.845	4.652
II	1.681	1	50	123	1.186	2.674	5.715
III	983	4	131	1.080	1.099	3.684	6.981
IV	1.112	51	10	76	2.119	1.597	4.965
V	991	291	475	0	541	1.062	3.359
VI	961	210	37	2	1.495	1.473	4.178
VII	1.192	204	2	18	3.111	2.826	7.352
VIII	1.722	266	62	0	4.344	5.351	11.745
IX	1.253	180	4	45	7.564	3.365	12.411
X	1.581	373	0	0	7.670	989	10.613
XI	119	155	0	0	2.044	411	2.730
XII	29	435	0	13	2.212	561	3.250
R.M.	953	365	166	0	406	664	2.555
Total	14.009	2.542	1.020	1.365	34.069	27.501	80.505
%	17%	3%	1%	2%	42%	34%	100%

Fuente: Base de Datos de Sectorización, administrada por el Departamento de Gestión Vial.

2.1.2 Distribución de los Caminos Según Estructura de Pavimento

La Dirección de Vialidad proporcionó información del Inventario Vial de Caminos Pavimentados a Diciembre de 2003, con antecedentes detallados respecto al tipo de carpeta. En dicha base de datos, se cuenta con antecedentes de 18.832 km de calzadas, de los cuales sin embargo, el 22% –4.073 km de calzadas– pertenecen a rutas concesionadas, y por tanto no forman parte del análisis que se desarrolla para el presente estudio. Las rutas no concesionadas, suman un total de 14.393 km lineales, que a nivel de calzadas asciende a los 14.759 km; cifra que se distribuye por región de la forma que se muestra a continuación:

CUADRO N° 2.2: KM CONCESIONADOS Y NO CONCESIONADOS DE LA RED PAVIMENTADA

Región	Km de la Red Total			Km de la Red Concesionada			Km de la Red No Concesionada		
	Calzada Simple	Calzada Doble	Total Km Calzada	Calzada Simple	Calzada Doble	Total Km Calzada	Calzada Simple	Calzada Doble	Total Km Calzada
I	1.406	32	1.470	0	0	0	1.406	32	1.470
II	1.641	41	1.723	0	0	0	1.641	41	1.723
III	963	24	1.012	0	0	0	963	24	1.012
IV	875	288	1.452	0	265	529	875	24	923
V	1.032	249	1.531	80	227	533	952	23	998
VI	1.035	136	1.306	0	133	266	1.035	3	1.040
VII	1.200	196	1.592	0	191	382	1.200	5	1.210
VIII	1.600	388	2.377	129	285	700	1.471	103	1.677
IX	1.205	228	1.661	0	210	420	1.205	18	1.241
X	1.693	262	2.216	5	234	472	1.688	28	1.744
XI	271	3	277	0	0	0	271	3	277
XII	454	10	474	0	0	0	454	10	474
R.M.	895	423	1.741	31	370	772	864	53	970
Total	14.270	2.281	18.832	244	1.914	4.073	14.026	366	14.759

Fuente: Inventario Vial de Caminos pavimentados a Diciembre de 2003.

En el cuadro siguiente se presenta la estructura de pavimentos de los 14.759 km de calzadas de caminos no concesionados –en el Cuadro N° 2.4 se muestran los tipos de estructuras–.

CUADRO N° 2.3: KM CALZADAS POR ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (RUTAS NO CONCESIONADAS)

Tipo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM	Total
ACA					10		5			5				19
ACC	534	892	439	277	314	170	397	580	533	385	83	29	256	4.888
ACD		35			5	12			10				62	125
ACG	12													12
AFA	40	24			3	0								67
AFD	410	190	341	72	131	4	13	68	5	26				1.259
DTA	254	581	227	511	233	733	636	688	537	1.009			394	5.803
DTE								17	10	17				44
ECC					18			3	4		36			61
HAR					4									4
HDT								11	13			4		28
HOR	5	1	4	62	259	121	159	311	130	302	158	441	240	2.193
HRF									0				15	15
TSS	216				22								2	240
Total	1.470	1.723	1.012	923	998	1.040	1.210	1.677	1.241	1.744	277	474	970	14.759

Fuente: Inventario Vial de Caminos pavimentados a Diciembre de 2003.

CUADRO N° 2.4: TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS

Tipo	Descripción
ACA	Mezcla asfáltica en caliente abierta (sobre 20% de huecos en la mezcla).
ACC	Mezcla asfáltica en caliente cerrada (con granulometría densa con 3-5% huecos en la mezcla).
ACD	Mezcla asfáltica en caliente de granulometría densa (con 3-8% de huecos en la mezcla tipo intermedia)
ACG	Mezcla asfáltica en caliente de granulometría gruesa (con 8% de huecos en la mezcla).
AFA	Mezcla asfáltica fría abierta (sobre 20% de huecos en la mezcla).
AFD	Mezcla asfáltica fría densa (no se consideran huecos en la mezcla).
DTA	Doble tratamiento asfáltico
DTE	Doble tratamiento elastomérico (doble tratamiento con segunda aplicación de lechada asfáltica elastomérica).
ECC	Mezcla asfáltica elastomérica caliente cerrada.
HAR	Hormigón armado.
HDT	Hormigón con dispositivo de traspaso de carga.
HOR	Losas de hormigón simple.
HRF	Hormigón reforzado.
TSS	Tratamiento superficial simple (con agregados).

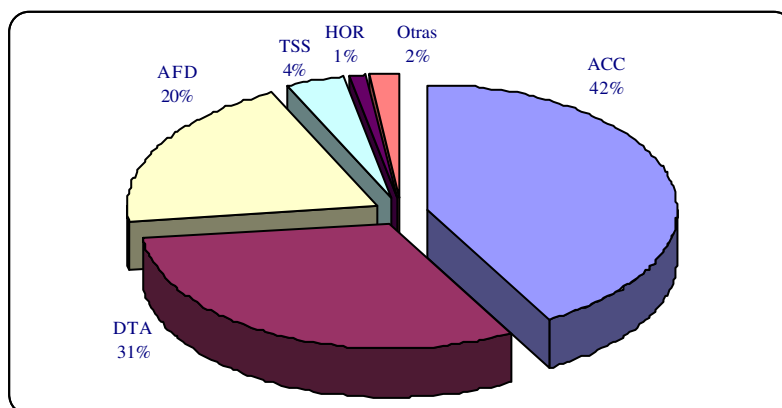
A modo de identificar las estructuras de pavimentos más representativas por zonas del país, a continuación se presentan ordenadas de acuerdo a la cobertura (km) que ellas representan en cada zona. En así como entre las regiones I a IV, los pavimentos se concentran en 3 tipos de estructuras (ACC, DTA y AFD), explicando éstas el 92% del total de las calzadas pavimentadas; obteniéndose su menor representatividad en la I Región con un 81%, en contraposición, en la III Región explican casi el 100% del total.

CUADRO N° 2.5: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA NORTE (RUTAS NO CONCESIONADAS)

Tipo	I Región		II Región		III Región		IV Región		Total	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
ACC	534	36%	892	52%	439	43%	277	30%	2.141	42%
DTA	254	17%	581	34%	227	22%	511	55%	1.573	31%
AFD	410	28%	190	11%	341	34%	72	8%	1.013	20%
TSS	216	15%		0%		0%		0%	216	4%
HOR	5	0%	1	0%	4	0%	62	7%	73	1%
AFA	40	3%	24	1%		0%		0%	64	1%
ACD		0%	35	2%		0%		0%	35	1%
ACG	12	1%		0%		0%		0%	12	0%
Total	1.470	100%	1.723	100%	1.012	100%	923	100%	5.127	100%

Fuente: Inventario Vial de Caminos pavimentados a Diciembre de 2003.

GRÁFICO N° 2.1: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA NORTE (RUTAS NO CONCESIONADAS)



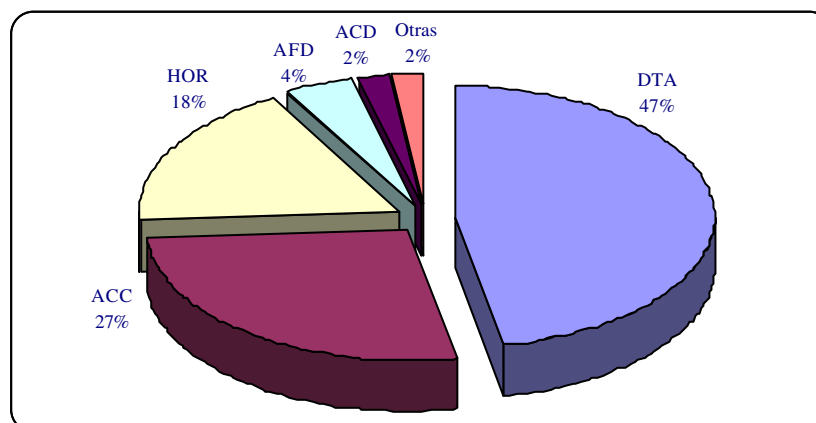
En la Zona Centro, compuesta para este análisis por las regiones V, VI, VII y Metropolitana, se destacan 3 estructuras de pavimentos por representar más del 92% del total de 4.218 km de calzadas pavimentadas. Ellas son: DTA, ACC y HOR. Tal como se muestra en el Cuadros N° 2.6, sólo en la V Región las 3 estructuras predominantes de la zona centro explican menos del 90% de la red (81% en la Región), mientras que en las regiones VI y VII se observa el valor máximo de representatividad con prácticamente el 100%.

CUADRO N° 2.6: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA CENTRO (RUTAS NO CONCESIONADAS)

Tipo	V Región		Metropolitana		VI Región		VII Región		Total	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
DTA	233	23%	394	41%	733	70%	636	53%	1.996	47%
ACC	314	31%	256	26%	170	16%	397	33%	1.138	27%
HOR	259	26%	240	25%	121	12%	159	13%	779	18%
AFD	131	13%		0%	4	0%	13	1%	148	4%
ACD	5	1%	62	6%	12	1%		0%	79	2%
TSS	22	2%	2	0%		0%		0%	24	1%
ECC	18	2%		0%		0%		0%	18	0%
HRF		0%	15	2%		0%		0%	15	0%
ACA	10	1%		0%		0%	5	0%	14	0%
HAR	4	0%		0%		0%		0%	4	0%
AFA	3	0%		0%	0	0%		0%	3	0%
Total	998	100%	970	100%	1.040	100%	1.210	100%	4.218	100%

Fuente: Inventario Vial de Caminos pavimentados a Diciembre de 2003.

GRÁFICO N° 2.2: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA CENTRO (RUTAS NO CONCESIONADAS)



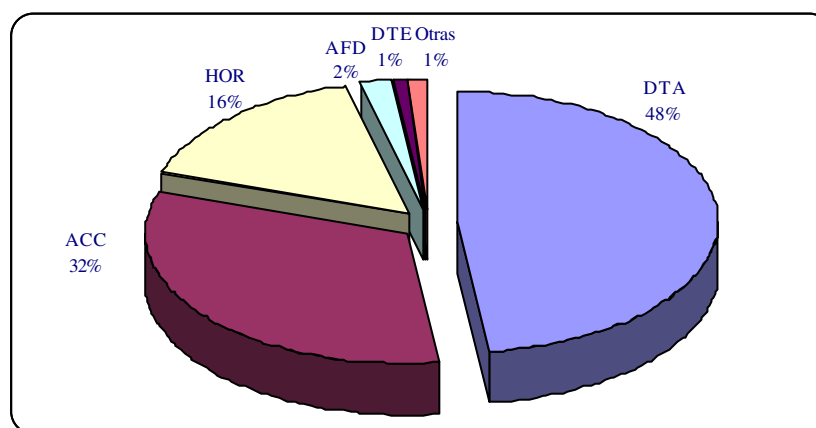
Entre las regiones VIII a X (Zona Sur), las estructuras predominantes son DTA, ACC y HOR, las que explican el 96% de los 4.662 km de calzadas pavimentadas de caminos no concesionados. En la IX y X Regiones dichas estructuras representan el 97% del total, mientras que en la Región VIII, el porcentaje es del 94%.

CUADRO N° 2.7: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA SUR (RUTAS NO CONCESIONADAS)

Tipo	VIII Región		IX Región		X Región		Total	
	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%
DTA	688	41%	537	43%	1.009	58%	2.234	48%
ACC	580	35%	533	43%	385	22%	1.497	32%
HOR	311	19%	130	10%	302	17%	743	16%
AFD	68	4%	5	0%	26	1%	98	2%
DTE	17	1%	10	1%	17	1%	44	1%
HDT	11	1%	13	1%		0%	24	1%
ACD		0%	10	1%		0%	10	0%
ECC	3	0%	4	0%		0%	7	0%
ACA		0%		0%	5	0%	5	0%
HRF		0%	0	0%		0%	0	0%
Total	1.677	100%	1.241	100%	1.744	100%	4.662	100%

Fuente: Inventario Vial de Caminos pavimentados a Diciembre de 2003.

GRÁFICO N° 2.3: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA SUR (RUTAS NO CONCESIONADAS)



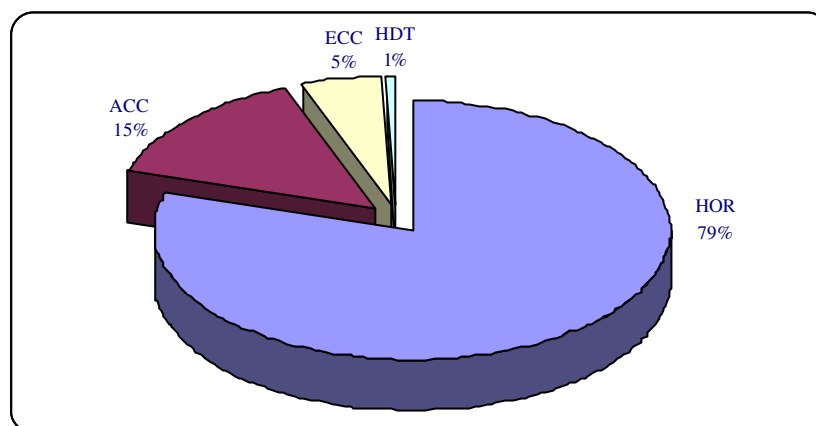
Por último en la Zona Austral (regiones XI y XII), el 95% de las calzadas pavimentadas se concentran en estructuras del tipo HOR y ACC.; explicando éstas el 87% y 99% de los km de calzadas pavimentadas de las regiones XI y XII respectivamente.

CUADRO N° 2.8: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA AUSTRAL (RUTAS NO CONCESIONADAS)

Tipo	XI Región		XII Región		Total	
	Km	%	Km	%	Km	%
HOR	158	57%	441	93%	599	80%
ACC	83	30%	29	6%	112	15%
ECC	36	13%		0%	36	5%
HDT		0%	4	1%	4	1%
Total	277	100%	474	100%	752	100%

Fuente: Inventario Vial de Caminos pavimentados a Diciembre de 2003.

GRÁFICO N° 2.4: ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS ZONA AUSTRAL (RUTAS NO CONCESIONADAS)



2.1.3 Distribución por Estándar de los Caminos No Pavimentados

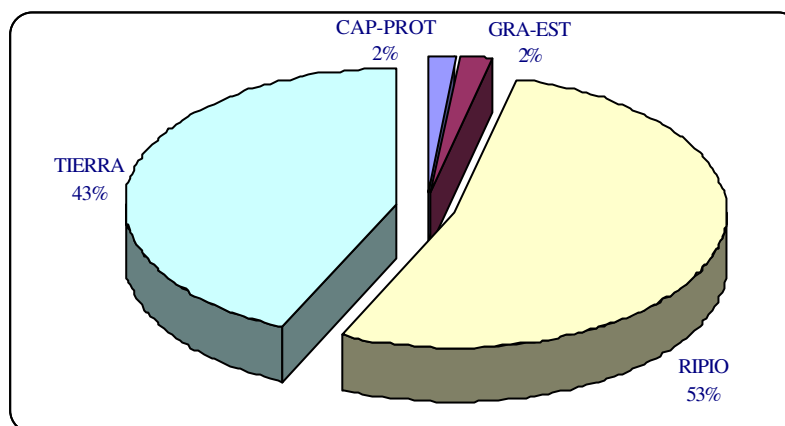
De acuerdo a la información proporcionado por la Contraparte del Estudio, la red nacional no pavimentada suma a Diciembre de 2003 un volumen de 63.954 km, de los cuales el 53% corresponden a tramos de “Ripio”, mientras que los caminos con estándar de “Tierra” representan el 43% del total de km no pavimentados. Los caminos de Soluciones Básicas “Capa de Protección” (Caminos con tratamientos superficiales simples, dobles o carpeta asfáltica, que no presentan mejoramientos de drenaje ni geometría) y “Grava Estabilizada” (Capas granulares estabilizadas con sales, Bichofitas u otros), explican en conjunto el 4% del total de la red no pavimentada; observándose una fuerte concentración de estos caminos en las regiones III, V y Metropolitana, llegándose incluso a representar sobre el 20% de la red regional no pavimentada.

CUADRO N° 2.9: KM DE CAMINOS RED VIAL NO PAVIMENTADA

Región	Capa de Protección	Grava Estabilizada	Ripio	Tierra	Total
I	84	8	277	2.845	3.213
II	50	123	1.186	2.674	4.034
III	131	1.080	1.099	3.684	5.994
IV	10	76	2.119	1.597	3.802
V	475	0	541	1.062	2.078
VI	37	2	1.495	1.473	3.007
VII	2	18	3.111	2.826	5.956
VIII	62	0	4.344	5.351	9.757
IX	4	45	7.564	3.365	10.978
X	0	0	7.670	989	8.658
XI	0	0	2.044	411	2.455
XII	0	13	2.212	561	2.785
RM	166	0	406	664	1.237
Total	1.020	1.365	34.069	27.501	63.954
%	2%	2%	53%	43%	100%

Fuente: Base de Datos de Sectorización, administrada por el Departamento de Gestión Vial.

GRÁFICO N° 2.5: DISTRIBUCIÓN DE LOS KM DE CAMINO NO PAVIMENTADOS



2.1.4 Estado de los Caminos Pavimentados

La Dirección de Vialidad, además proporcionó información actualizada a Diciembre de 2003, respecto al estado en el cual se encuentran una fracción de los caminos pavimentados del País. Antecedente que permitió tipificar los caminos en función de dicho aspecto.

La base de información proporcionada contiene antecedentes para un total de 12.515 km de calzadas, generando así una cobertura del 85% sobre el total de km de calzadas pavimentadas de rutas no concesionadas (14.759 km según el Inventario Vial de Diciembre de 2003). En el cuadro siguiente se presenta la distribución de los kilómetros de calzada por Región y el estado en que éstas se encuentran.

CUADRO N° 2.10: KM DE CALZADA SEGÚN ESTADO A PARTIR DE INFORMACIÓN BASE

Región	Km de Calzada Según Estado				% Según Estado de la Carpeta		
	Bueno	Regular	Malo	Total	Bueno	Regular	Malo
1	592	539	163	1.293	46%	42%	13%
2	1.034	493	41	1.568	66%	31%	3%
3	725	231	67	1.024	71%	23%	7%
4	643	194	65	902	71%	22%	7%
5	464	95	52	610	76%	15%	8%
6	562	300	135	997	56%	30%	14%
7	856	193	95	1.144	75%	17%	8%
8	759	374	120	1.254	61%	30%	10%
9	555	249	68	871	64%	29%	8%
10	779	492	26	1.297	60%	38%	2%
11	150	82	8	240	62%	34%	3%
12	579	68	6	652	89%	10%	1%
13	379	225	59	663	57%	34%	9%
Total	8.076	3.535	904	12.515	65%	28%	7%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Estado de los caminos proporcionada por Vialidad (archivo PAM Diciembre de 2003).

Tal como se aprecia del cuadro anterior, el 65% de las calzadas analizadas presentan un estándar “bueno” de acuerdo a la tipificación de la Dirección de Vialidad, con un porcentaje bastante semejante a nivel regional. El 28% de los km de calzadas se encuentran caracterizados como “regular”, mientras que el nivel “malo” sólo concentra el 7% de los km incorporados en la base de información.

La información proporcionada por Vialidad, también permite caracterizar los km de calzada en función del tipo de intervención recomendada producto de inspecciones visuales. Presentándose en primer término las acciones recomendadas según tipo de carpeta y tipo de conservación..

CUADRO N° 2.11: ACCIONES RECOMENDADAS POR CATEGORÍA

Carpeta	Tipo de Conservación	Código	Intervención Recomendada
Asfalto	Rutinaria	RUTINARIA	Saneamiento, limpieza de señales, etc.
	Periódica	ARN	Riego Neblina (Fog Seal)
		ABA	Bacheo Asfáltico
		ALA	Lechada Asfáltica (Slurry Seal)
		ASG	Sello Granular
		ABS	Bacheo Asfáltico y Sello Granular
		ADT	Doble Tratamiento
		ARCF	Recapado Funcional
		ARPF	Repavimentación Funcional (Fresado)
	Mayor	ARCE	Recapado Estructural
		ARPE	Repavimentación Estructural
		ARE	Reconstrucción
Hormigón	Rutinaria	RUTINARIA	Saneamiento, limpieza de señales, etc.
	Periódica	HSJ	Sellado de juntas y grietas
		HLD	Limpieza dren de calzada si existiera
		HCJ	Cepillado de juntas y puntos altos
		HLC	Limpieza dren de calzada si existiera y Cepillado de juntas y puntos altos
		HCA	Reposición de losas con asfalto
		HRL	Reposición de losas con hormigón
		HDC	Instalación dren de calzada
		HRCF	Recapado Funcional
	Mayor	HRCE	Recapado Estructural
		HRP	Repavimentación
		HRE	Reconstrucción

Fuente: PAM, Proposición de Acciones de Mantenimiento y Estado de la Calzada Caminos Pavimentados (Dic. 2003)

De acuerdo a la tipología antes indicadas, se distribuyeron los Km de calzadas pavimentadas para las cuales existe información, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación. Tal como se observa, los tipos de intervenciones están directamente ligados con la tipificación de Estado de los Caminos. Es así por ejemplo, en todos los km caracterizados con estándar “bueno” se recomienda una intervención rutinaria,

mientras que aquellos con estándar “malo”, se recomienda algunas de las intervenciones de conservación mayor; lo de estándar “regular” en cambio, las intervenciones recomendadas corresponden a las acciones de conservación periódicas.

CUADRO N° 2.12: DISTRIBUCIÓN DE KM DE CALZADA SEGÚN INTERVENCIÓN RECOMENDADA

Intervención Recomendada	Km de Calzada Según Estado			
	Bueno	Regular	Malo	Total
RUTINARIA	8.076			8.076
ABS/ABA		27		27
ARCF/ARPF		218		218
ASG		631		631
HCJ		1		1
HCJ/HRL/HRCF		22		22
HCJ/HRCF		9		9
HCJ/HRCFy HSJ		1		1
HCJ/HRL/HRCFy HSJ		20		20
HCJy HSJ		1		1
HLC		31		31
HLC/HRCF		1		1
HLC/HRCFy HSJ		5		5
HLCy HSJ		13		13
HRCF		26		26
HRL/HCJ/HRCF		194		194
HRL/HCJ/HRCFy HSJ		84		84
HSJ		106		106
ARN		2.145		2.145
ABS/ARPE			126	126
ADT/ALA/ARCE			248	248
ARCE			17	17
ARP/ARE			35	35
ARPE			5	5
ARPE/ARCE/ARPF/ARCF			164	164
HCJ/HRCE/HRP			29	29
HCJ/HRL/HRCE/HRP			20	20
HRCE/HRP			165	165
HRCE/HRP/HRE			14	14
HRL/HRCE/HRP			82	82
Total	8.076	3.535	904	12.515

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Estado de los caminos proporcionada por Vialidad (archivo PAM Dic. 2003).

Extrapolando la información del PAM de Dic. 2003, fue posible determinar la distribución según estado de los caminos del total de los km de la red pavimentada. Para ello se supuso en los tramos de caminos sin información, la misma tipificación registrada en los sectores medidos; por otro lado, en los casos en que no existe información para toda la extensión del camino, se tipificó éste como “regular” o “bueno” dependiendo del año de construcción. En el cuadro y gráfico siguiente se presentan las distribuciones en definitiva obtenidas,

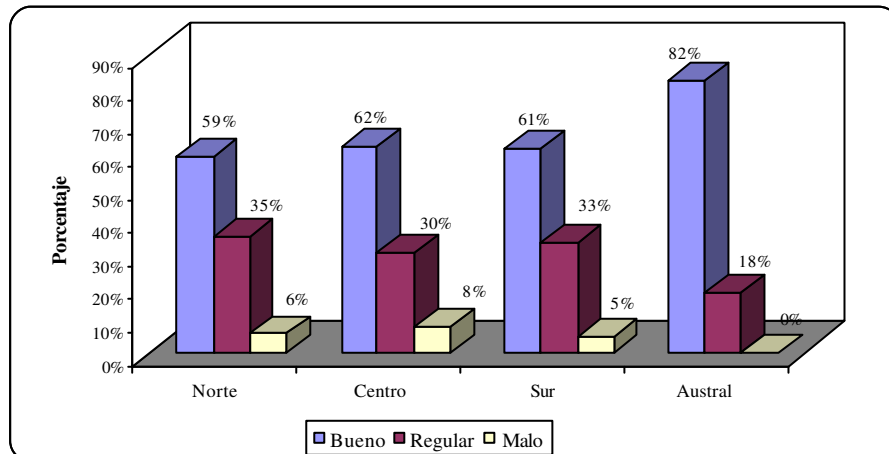
observándose que no existen grandes diferencias con las generadas de la información base (ver Cuadro N° 2.10).

CUADRO N° 2.13: KM DE CALZADA SEGÚN ESTADO PARA EL TOTAL DE LAS RUTAS NO CONCESIONADAS

Zona	Región	Km de Calzada Según Estado				% Según Estado de la Carpeta		
		Bueno	Regular	Malo	Total	Bueno	Regular	Malo
Norte	1	573	766	131	1.470	39%	52%	9%
	2	1.153	512	58	1.723	67%	30%	3%
	3	665	294	52	1.012	66%	29%	5%
	4	629	237	57	923	68%	26%	6%
Centro	5	753	167	78	998	75%	17%	8%
	13	486	409	74	970	50%	42%	8%
	6	536	415	89	1.040	52%	40%	9%
	7	847	279	85	1.210	70%	23%	7%
Sur	8	1.022	527	128	1.677	61%	31%	8%
	9	759	410	73	1.241	61%	33%	6%
	10	1.085	623	36	1.744	62%	36%	2%
Austral	11	200	77	0	277	72%	28%	0%
	12	416	58	0	474	88%	12%	0%
Total	Total	9.124	4.774	861	14.759	62%	32%	6%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Estado de los caminos proporcionada por Vialidad (archivo PAM Diciembre de 2003).

GRÁFICO N° 2.6: DISTRIBUCIÓN SEGÚN ESTADO DE LOS KM DE RED PAVIMENTADA



De los resultados a nivel de grandes zonas del país, se destaca la agregación de las regiones australes (XI y XII), toda vez que más del 80% de sus km de calzadas se encuentran tipificados con estándar “bueno”, sin presentar además ningún km con nivel “malo”. Se diferencia del resto de las zonas del país, donde las distribuciones resultaron bastante semejantes, concentrando las calzadas con estándar “bueno” entorno al 60% del total, mientras que entre el 30% y 35% se encuentran tipificadas como “regular”.

El mejor estado de los caminos pavimentados de las regiones australes, se explica por la menor antigüedad media de las intervenciones de conservación realizadas. En efecto, en los caminos pavimentado de las regiones XI y XII las intervenciones periódicas y diferidas presentan una antigüedad promedio de 7 años (1997), mientras que en promedio para la red nacional dicha antigüedad es de 12 años (1992). Se trató de buscar otro tipo de explicación para entender los mejores resultados obtenidos en la zona austral, asociado por ejemplo el estado de los caminos según la importancia de la ruta, sin embargo a nivel global no se obtuvieron resultados que muestren algún tipo de política en tal sentido. En efecto, tal como se muestra a continuación, el estado de los caminos no presenta gran variación según el tipo o importancia de los caminos, destacándose sólo una mayor participación de los caminos en estado “malo” en rutas comunales secundarias (Tipo E). Resultados que muestran que en la actualidad no existe una política que priorice la conservación según la importancia de la ruta.

CUADRO N° 2.14: KM DE CALZADA SEGÚN ESTADO Y TIPO DE RUTA

Tipo de Ruta	Km de Calzada Según Estado				% Según Estado de la Carpeta		
	Bueno	Regular	Malo	Total	Bueno	Regular	Malo
A: Nacionales	2.333	1.172	242	3.747	62%	31%	6%
B: Regionales Primarios	3.353	1.458	251	5.062	66%	29%	5%
C: Regionales Secundarios	2.167	1.549	181	3.897	56%	40%	5%
D: Comunales Primarios	1.088	527	134	1.749	62%	30%	8%
E: Comunales Secundarios	184	67	53	304	60%	22%	17%
Total	9.124	4.774	861	14.759	62%	32%	6%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Estado de los caminos proporcionada por Vialidad (archivo PAM Diciembre de 2003).

2.1.5 Estado de los Caminos No Pavimentados

Para el caso de la red no pavimentada, la información base a Diciembre de 2003 proporcionada por la Dirección de Vialidad concentra un total de 55.107 km de caminos, presentando así una cobertura del 86% sobre el total de la red no pavimentada del país (63.954 km).

En el Cuadro N° 15 siguiente, se presenta la distribución de los km de caminos según estado, obtenido de la información base proporcionada. En primer término se destaca la existencia de 5 niveles de clasificación, a diferencia de lo observado en caminos pavimentados donde se tipificó en base a 3 niveles. De acuerdo a lo informado por la Dirección de Vialidad, en los caminos no pavimentados la descripción sólo se sustenta de los resultados de inspecciones visuales, y no a partir de mediciones realizadas en tal sentido. No obstante lo anterior, en conjunto con el Departamento de Gestión Vial de la

Dirección de Vialidad, se asoció el siguiente índice de rugosidad según tipo y estado del camino:

Ripio – Estados Bueno y Muy Bueno: IRI 9.90 m/km
 Ripio – Estado Regular: IRI 12.60 m/km
 Ripio – Estados Malo y Muy Malo: IRI 15.00 m/km
 Tierra – Estados Bueno y Muy Bueno: IRI 13.00 m/km
 Tierra – Estado Regular: IRI 15.00 m/km
 Tierra – Estados Malo y Muy Malo: IRI 17.00 m/km

Tal como se muestra a continuación, en la tipificación “regular”, se concentran gran parte de los km de red con un 43% del total, mientras que el nivel “bueno” le sigue en importancia con un 32% de cobertura. En contraposición, en los niveles extremos de clasificación se obtuvieron menores porcentajes de representatividad, con un 7% para “muy bueno” y un 4% para “muy malo”.

CUADRO N° 2.15: KM DE CAMINOS SEGÚN ESTADO A PARTIR DE INFORMACIÓN BASE DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Región	Km de Caminos Según Estado						% Según Estado del Camino				
	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Total	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
1	28	720	1.628	1.049	21	3.446	1%	21%	47%	30%	1%
2	1	676	1.981	798	176	3.632	0%	19%	55%	22%	5%
3	102	1.244	2.507	1.323	169	5.345	2%	23%	47%	25%	3%
4	103	650	2.160	883	343	4.139	2%	16%	52%	21%	8%
5	57	303	460	107	1	928	6%	33%	50%	12%	0%
6	86	887	1.300	229	21	2.523	3%	35%	52%	9%	1%
7	80	1.956	2.795	536	47	5.414	1%	36%	52%	10%	1%
8	37	788	2.980	878	48	4.731	1%	17%	63%	19%	1%
9	2.849	3.112	2.325	1.424	948	10.658	27%	29%	22%	13%	9%
10	419	4.100	3.543	646	113	8.821	5%	46%	40%	7%	1%
11	0	992	593	20	33	1.638	0%	61%	36%	1%	2%
12	3	1.773	841	105	13	2.735	0%	65%	31%	4%	0%
13	192	251	467	45	142	1.097	18%	23%	43%	4%	13%
Total	3.957	17.452	23.580	8.043	2.075	55.107	7%	32%	43%	15%	4%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Estado de los caminos proporcionada por Vialidad (Diciembre de 2003).

Extrapolando la información base al total de los km de caminos no pavimentados, se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro y gráfico siguiente. En dicha extrapolación, se trató de mantener a nivel regional las mismas participaciones según estado obtenida de los antecedentes bases. Se debe observar además, que la tipificación según estado se redujo a 3 niveles (bueno, regular y malo), ello dada la baja participación

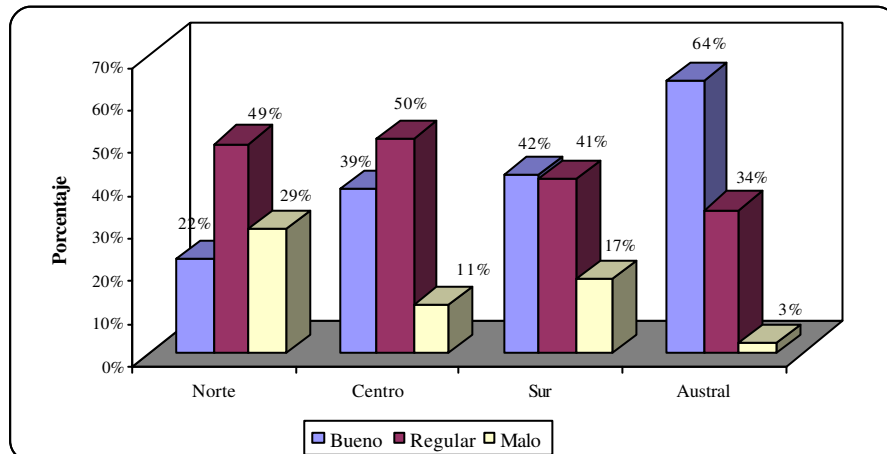
sobre el total de los niveles extremos de clasificación, agrupándose los niveles “muy bueno” y “bueno”, como también los niveles “muy malo” y “malo”.

CUADRO N° 2.16: KM DE CALZADA SEGÚN ESTADO PARA EL TOTAL DE LOS CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Zona	Región	Km de Caminos Según Estado				% Según Estado del Camino		
		Bueno	Regular	Malo	Total	Bueno	Regular	Malo
Norte	1	747	1.455	1.012	3.213	23%	45%	31%
	2	815	2.125	1.094	4.034	20%	53%	27%
	3	1.517	2.798	1.679	5.994	25%	47%	28%
	4	669	1.976	1.157	3.802	18%	52%	30%
Centro	5	786	1.046	246	2.078	38%	50%	12%
	13	502	520	214	1.237	41%	42%	17%
	6	1.178	1.541	288	3.007	39%	51%	10%
	7	2.266	3.051	639	5.956	38%	51%	11%
Sur	8	1.702	6.148	1.907	9.757	17%	63%	20%
	9	6.183	2.415	2.379	10.978	56%	22%	22%
	10	4.447	3.445	767	8.658	51%	40%	9%
Austral	11	1.548	827	80	2.455	63%	34%	3%
	12	1.799	932	54	2.785	65%	33%	2%
Total	Total	24.158	28.279	11.517	63.954	38%	44%	18%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Estado de los caminos proporcionada por Vialidad (Diciembre de 2003).

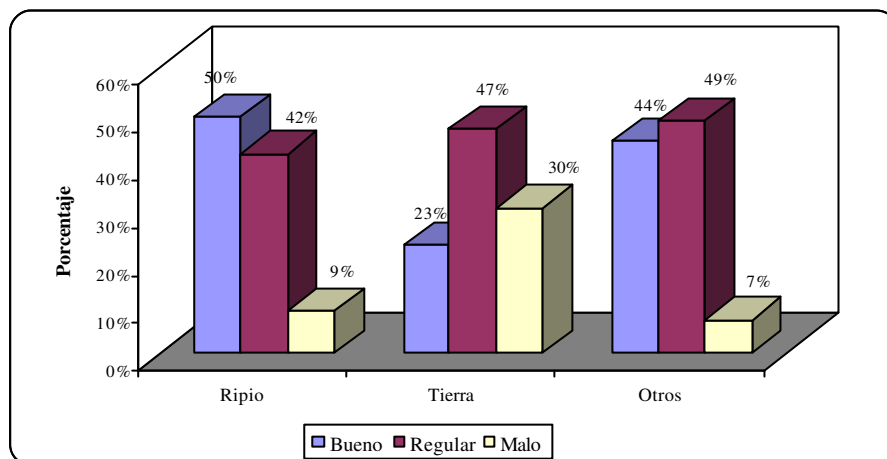
GRÁFICO N° 2.7: ESTADO DE LOS KM DE RED NO PAVIMENTADA POR ZONAS DEL PAÍS



Por zonas del país las distribuciones resultaron bastante distintas, destacándose en la zona norte que concentra las primeras cuatro regiones del país, un mayor porcentaje de km de caminos de nivel “malo” con un 29% del total. En contraposición en las 2 regiones australes, se alcanzó el mayor porcentaje de km de caminos de nivel “bueno” con un 64% del total.

En lo que respecta a las distribuciones obtenidas por tipo de caminos, del gráfico siguiente se destaca que en los km de estándar de ripio se alcanzan los mejores niveles de estado, concentrando la tipología "bueno" el 50% del total de los km de ripio. Por el contrario los menores niveles se encuentran en los caminos con estándar de tierra, observándose para el 30% de éstos un nivel "malo".

GRÁFICO N° 2.8: ESTADO DE LOS KM DE RED NO PAVIMENTADA POR TIPO DE CAMINO



2.2 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS

2.2.1 Cobertura del Plan Nacional de Censos 2002

Este criterio de clasificación se adopta en función de los volúmenes de tránsito vehicular, recogiendo las características de la composición del parque vehicular y determinando rangos de flujo y composición que sean determinantes en el presupuesto de mantenimiento del camino. En esta definición se debe considerar además las características propias del camino, ya que se reconoce la relación entre el nivel de flujo vehicular y diseño de pavimentos, buscando definir tramos que sean relativamente homogéneos en esta variable.

Se solicitó a la Inspección Fiscal información actualizada de los niveles de tránsito existentes por caminos del País y tramos viales, facilitándonos en archivo magnético los antecedentes generados del último Plan Nacional de Censos (PNC del año 2002). La información proporcionada consta de antecedentes de tránsitos por tipología de vehículos y temporadas del año (Invierno, Primavera y Verano) de 798 puntos de control distribuidos en las 13 regiones del País; de ellos, 793 puntos contienen información de tránsito de al menos una temporada del año. De dicha información es posible analizar los tránsitos de 918 caminos nacionales y de 2.160 tramos viales. A continuación se presenta la distribución de los antecedentes del PNC por regiones del País.

CUADRO N° 2.17: PUNTOS DEL PNC POR REGIÓN

Región	Puntos del PNC	Rutas Con Información	Tramos Con Información
Primera	23	25	63
Segunda	31	23	83
Tercera	26	35	84
Cuarta	38	42	92
Quinta	60	75	169
Sexta	66	98	211
Séptima	107	124	271
Octava	118	153	347
Novena	72	90	182
Décima	137	140	356
Undécima	31	27	85
Duodécima	36	32	105
Metropolitana	48	54	112
Total	793	918	2.160

Fuente: Información del PNC del Año 2002

Por regiones se muestra en el cuadro siguiente los roles de los caminos para los cuales se cuenta información de tránsito del PNC, indicándose además la cantidad de tramos viales involucrados en cada camino.

CUADRO N° 2.18: ANTECEDENTES DEL PNC POR REGIÓN Y RUTAS

Primera Región: 25 Rutas con 63 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
1	4	A-147	1	A-45	1	A-475	1	A-75	2
5	19	A-16	1	A-27	1	A-55	3	A-750	3
11-CH	10	A-200	1	A-35	1	A-65	2	A-760	1
A-12	1	A-201	1	A-40	1	A-665	3	A-85	1
A-123	1	A-23	1	A-422	1	A-700	1	S/R	1
Segunda Región: 23 Rutas con 83 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
1	19	26	1	27-CH	1	B-446	3	B-902	1
5	16	28	1	B-165	1	B-55	1	B-92	1
20	1	155	2	B-180	2	B-70	2	S/R	8
24	7	21-CH	2	B-272	1	B-710	2		
25	3	23-CH	6	B-365	1	B-900	1		
Tercera Región: 35 Rutas con 84 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
5	18	C-241	1	C-354	1	C-423	1	C-479	1
31-CH	6	C-261	3	C-355	1	C-432	1	C-485	3
C-125	2	C-273	1	C-386	1	C-439	1	C-486	2
C-13	8	C-287	1	C-397	1	C-440	2	C-489	1
C-17	5	C-309	1	C-401	2	C-450	1	C-495	1
C-183	1	C-341	1	C-405	1	C-46	4	C-500	1
C-209	1	C-35	5	C-411	1	C-472	2	C-507	1
Cuarta Región: 42 Rutas con 92 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
5	8	D-315	1	D-487	1	D-595	1	D-81	2
43	6	D-320	1	D-505	2	D-597	5	D-825	1
45	2	D-35	1	D-51	1	D-605	6	D-835	1
41-CH	8	D-37-E	2	D-517	1	D-691	1	D-85	3
D-110	1	D-410	2	D-545	1	D-695	1	I-50	1
D-155	1	D-429	1	D-55	3	D-705	3	S/R	4
D-205	1	D-45	2	D-555	1	D-71	5		
D-215	1	D-465	1	D-557	1	D-75	1		
D-305	2	D-485	3	D-577	1	D-805	1		
Quinta Región: 75 Rutas con 169 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
62	4	E-639	1	E-839	1	F-360	2	F-920	1
60-CH	10	E-65	1	E-85	3	F-366	1	F-98-G	6
CH-57	2	E-71	2	E-865	2	F-50	3	G-80-I	4
CH-60	12	E-711	1	E-871	1	F-562	1	G-814	1
E-30-F	2	E-713	1	E-885	1	F-578	1	G-830	1
E-345	1	E-715	2	E-89	5	F-580	1	G-84	1
E-35	8	E-745	1	F-10-G	4	F-660	1	G-85	1
E-37-D	1	E-755	3	F-150	1	F-684	1	G-904	2
E-39	2	E-765	1	F-190	2	F-724	1	G-94	1
E-41	4	E-767	1	F-20	1	F-74-G	1	G-96	1
E-415	1	E-77	3	F-210	1	F-800	1	G-962-F	2
E-46	2	E-787	1	F-216	1	F-830	3	G-966	1
E-527	1	E-815	1	F-30	1	F-840	1	G-984	2
E-535	1	E-825	5	F-30-E	7	F-844	1	G-98-F	4
E-559	1	E-835	2	F-350	2	F-90	4	S/R	7

CUADRO N° 2.18: ANTECEDENTES DEL PNC POR REGIÓN Y RUTAS

Sexta Región: 98 Rutas con 211 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
5	10	H-40	3	H-740	1	I-301	2	I-72	6
66	5	H-400	1	H-76	4	I-309	1	I-720	2
96	1	H-402	1	H-774	1	I-30-J	2	I-730	1
G-692	1	H-404	1	H-780	1	I-310	1	I-760	1
G-880	1	H-450	3	H-800	1	I-330-H	2	I-762	1
H-10	2	H-50	2	H-80-I	2	I-340	2	I-772	1
H-11	1	H-510	1	H-82	2	I-350	1	I-776	1
H-15	5	H-511	2	H-830	2	I-376	1	I-790	1
H-17	2	H-521	2	H-838	1	I-449	1	I-796	1
H-18	1	H-56	5	H-864	1	I-45	4	I-80-G	4
H-210	1	H-574	1	I-120	2	I-451	2	I-810	2
H-25	2	H-590	2	I-136	1	I-475	1	I-82	2
H-27	2	H-60	2	I-150-H	2	I-50	16	I-850	1
H-270	1	H-620	1	I-151	1	I-520	2	I-86	9
H-30	7	H-630	2	I-154	1	I-528	1	M-577	1
H-320	1	H-634	2	I-158	1	I-60	3	N-577	1
H-348	1	H-65	2	I-184	2	I-620	1	S/R	6
H-35	1	H-66-G	5	I-20	2	I-660	3	T-86	1
H-358	1	H-710	1	I-210	1	I-688	1		
H-38	4	H-720	1	I-214	2	I-70-J	1		
Séptima Región: 124 Rutas con 271 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
5	1	J-76-I	1	K-595	1	L-30-M	4	L-870	1
125	1	J-80	3	K-60	9	L-31	4	M-20-K	1
126	5	J-810	1	K-610	2	L-32	5	M-24-K	2
128	4	J-820	3	K-620	1	L-333	1	M-26-L	1
115-CH	5	J-830	1	K-625	1	L-35	4	M-30-L	8
CH-115	1	K-15	1	K-635	1	L-376	1	M-36	2
J-25	2	K-156	1	K-639	1	L-39	1	M-40	3
J-30-I	1	K-16	10	K-655	1	L-40	1	M-400	1
J-40	6	K-175	2	K-675	1	L-429	1	M-420	1
J-415	2	K-235	3	K-68-M	1	L-45	2	M-450	1
J-446	2	K-245	1	K-693	1	L-475	1	M-50	9
J-540	1	K-24-M	2	K-705	2	L-49	2	M-500	2
J-546	1	K-25	4	L-11	3	L-510	1	M-520	2
J-55	4	K-31	2	L-115	1	L-535	1	M-570	1
J-550	1	K-40	2	L-128	2	L-55	3	M-600	1
J-582	1	K-405	3	L-15	2	L-60	2	M-624	2
J-59	1	K-415	1	L-16	6	L-64	1	M-70-N	3
J-60	9	K-45	3	L-165	1	L-665	1	M-710	1
J-620	2	K-455	1	L-17	2	L-70	1	M-730-N	3
J-624	1	K-55	4	L-186	1	L-705	1	M-760-N	1
J-640	1	K-565	1	L-19	2	L-716	1	M-80-N	2
J-645	1	K-575	1	L-230	1	L-75	4	M-820	1
J-65	4	K-579	2	L-25	5	L-84	1	M-866	1
J-665	1	K-583	1	L-26-M	2	L-85	3	S/R	9
J-70-I	1	K-585	1	L-291	1	L-865	1		

CUADRO N° 2.18: ANTECEDENTES DEL PNC POR REGIÓN Y RUTAS

Octava Región: 153 Rutas con 347 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
5	20	N-455	1	N-78-O	1	P-20	1	Q-350	2
126	4	N-47	1	N-793	1	P-210	1	Q-40-O	2
148	11	N-476	1	N-85	1	P-22	2	Q-449	1
150	1	N-48	2	N-895	1	P-250	1	Q-45	7
156	1	N-481	1	N-949	1	P-30	6	Q-451	2
160	20	N-49	4	N-965	2	P-40	2	Q-469	3
172	1	N-50	10	N-97-O	2	P-400	1	Q-498	1
180	10	N-51	1	O-10	1	P-42	2	Q-507	1
488	1	N-540	1	O-14	2	P-420	1	Q-555	1
0-10	1	N-545	2	O-170	1	P-46	1	Q-561	1
0-460	1	N-549	1	O-250	1	P-500	3	Q-605	2
0-50	1	N-55	6	O-330	1	P-510	1	Q-61-R	8
0-66-N	1	N-582	1	O-350	1	P-556	1	Q-631	2
0-90-Q	1	N-58-O	1	O-390	1	P-560	1	Q-653	1
0-940	1	N-59	6	O-430	1	P-570	1	Q-665	1
0-97-N	1	N-601	3	O-50	5	P-60-R	7	Q-681	1
N-10	1	N-609	1	O-54	3	P-66	1	Q-71	1
N-15	2	N-60-O	1	O-555	2	P-70	5	Q-75	4
N-200-M	2	N-615	1	O-58-N	2	P-80-R	1	Q-751	1
N-25	1	N-620	1	O-60	7	P-90-R	1	Q-77	1
N-256	1	N-65	2	O-60-N	2	Q-115	1	Q-80	3
N-259	1	N-66-O	4	O-628	1	Q-135	1	Q-85	2
N-285	1	N-684	1	O-630	1	Q-15	3	Q-860	1
N-296	1	N-685	1	O-66-N	3	Q-20	3	Q-865	1
N-31	5	N-689	2	O-672	1	Q-250	1	Q-90-O	2
N-325	1	N-69	2	O-70-G	1	Q-284	1	Q-915	1
N-335	2	N-692	1	O-70-Q	5	Q-30	1	Q-95	2
N-33-Q	4	N-70-M	4	O-754	1	Q-305	1	R-60-P	2
N-343	1	N-75	2	O-850	2	Q-33-N	1		
N-350	1	N-76-M	1	O-852	1	Q-34	3		
N-45	3	N-77	1	O-97-N	2	Q-35	2		
Novena Región: 90 Rutas con 182 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
180	2	R-60-P	4	S-11-R	2	S-335	1	S-608	1
182	2	R-70	1	S-125-R	1	S-36	2	S-61	6
119-CH	8	R-71	1	S-137-R	1	S-39	2	S-65	5
R-128	1	R-761	1	S-15	3	S-395	1	S-686	1
R-136	1	R-76-S	2	S-16	2	S-40	6	S-69	3
R-150-P	2	R-791	2	S-160	1	S-431	1	S-70	4
R-170	1	R-80-P	1	S-169	1	S-449	1	S-734	1
R-22	3	R-820	1	S-187	1	S-455	1	S-75	1
R-260	1	R-86	6	S-210	1	S-46	2	S-759	1
R-330	1	R-861	1	S-219	1	S-464	3	S-785-T	2
R-42	1	R-869	1	S-221	1	S-485	1	S-797	1
R-422	1	R-89	8	S-222	1	S-51	5	S-81	2
R-428	1	R-90-P	2	S-252	1	S-52	3	S-85	1
R-440	1	R-925	1	S-259	1	S-533	1	S-887	1
R-444	1	R-953	1	S-269	2	S-553	1	S-90	1
R-49	1	S/R	12	S-292	1	S-593	1	S-905	1
R-50	2	S-10	2	S-299	1	S-60	2	S-91	4
R-526	1	S-114	1	S-31	8	S-605	1	S-95-T	2

CUADRO N° 2.18: ANTECEDENTES DEL PNC POR REGIÓN Y RUTAS

Décima Región: 140 Rutas con 356 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
5	26	T-352	1	U-10	3	U-775	1	V-805	1
7	8	T-39	7	U-100	2	U-800	3	V-815	3
205	3	T-391	1	U-11	3	U-89	2	V-85	2
207	2	T-45	1	U-126	1	U-90	6	V-86	6
226	1	T-47	1	U-136	1	U-905	1	V-90	4
230	1	T-500	1	U-145-T	4	U-91	2	V-960-U	1
772	1	T-55	4	U-151	1	U-95	2	V-99-U	1
201-CH	2	T-559	1	U-16	2	U-955	1	W-15	2
203-CH	10	T-60	6	U-170	1	U-99-V	3	W-195	1
215-CH	8	T-625	2	U-22	2	V-155	2	W-20	4
225-CH	8	T-631	1	U-30	1	V-20	3	W-220	1
231-CH	1	T-65	2	U-350	1	V-30	4	W-30	2
235-CH	3	T-665	1	U-40	6	V-305	1	W-315	1
S/R	21	T-695	2	U-440	1	V-340	1	W-35	3
T-175	1	T-70	1	U-455	1	V-360	1	W-45	1
T-189	1	T-71	1	U-459	1	V-40	2	W-460	1
T-20	2	T-720	1	U-485	1	V-46	8	W-55	3
T-210	1	T-731	1	U-500	2	V-50	8	W-569	1
T-225	2	T-75	4	U-506	3	V-55	1	W-59	2
T-235-S	1	T-785	1	U-51	5	V-56	3	W-635	1
T-243	1	T-80	1	U-52	3	V-560	1	W-65	3
T-248	1	T-835	1	U-554	1	V-60	4	W-71	1
T-29	2	T-85	2	U-55-V	8	V-613	1	W-80	1
T-305	1	T-921	1	U-598	1	V-630	1	W-853	2
T-340	1	T-933	3	U-600	3	V-645	1	W-877	1
T-345	3	T-935	1	U-705	1	V-65	4	W-887	1
T-35	1	T-95-S	1	U-72	5	V-69	1	W-90	2
T-350	2	T-99-U	4	U-736	1	V-690	1	W-902	1
Undécima Región: 27 Rutas con 85 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
7	33	X-10	1	X-550	1	X-608	1	X-730	1
240-CH	16	X-25	2	X-556	1	X-65	1	X-754	1
245-CH	1	X-445	1	X-560	1	X-667	2	X-83	1
265-CH	2	X-50	2	X-565	1	X-674	1		
R-7SUR	1	X-520	2	X-595	3	X-687	1		
S/R	4	X-526	1	X-600	2	X-697	1		
Duodécima Región: 32 Rutas con 105 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
9	25	Y-300	2	Y-50	3	Y-625	1	Y-85	5
250-CH	1	Y-325	1	Y-530	1	Y-635	1	Y-895	2
255-CH	9	Y-340	2	Y-533	1	Y-65	3	Y-897	1
257-CH	10	Y-405	2	Y-545	1	Y-655	1	Y-905	1
S/R	10	Y-455	1	Y-570	1	Y-667	2		
Y-152	1	Y-460	1	Y-580	2	Y-71	3		
Y-290	1	Y-465	1	Y-620	1	Y-79	8		

CUADRO N° 2.18: ANTECEDENTES DEL PNC POR REGIÓN Y RUTAS

Región Metropolitana: 54 Rutas con 112 Tramos Viales									
ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos	ROL	Tramos
5	1	G-16	4	G-380	2	G-546	4	G-70	3
70	1	G-182	2	G-40	2	G-555	1	G-730	3
75	3	G-184	1	G-421	1	G-580	1	G-734	1
78	4	G-200	1	G-45	4	G-60	6	G-74	1
G-10-F	1	G-21	2	G-455	1	G-660	1	G-74-F	2
G-131	1	G-245	1	G-46	3	G-664	1	G-76	2
G-132	1	G-25	6	G-49	3	G-668	1	G-78	2
G-148	1	G-30	6	G-490	1	G-66-H	1	G-800	2
G-150	2	G-34	2	G-51	1	G-68	3	G-84	1
G-155	2	G-345	1	G-515-H	4	G-680	2	S/R	3
G-157	1	G-35	3	G-531	1	G-690	1		

Fuente: Información del PNC del Año 2002.

2.2.2 Caracterización por Nivel de Tránsito de las Rutas Pavimentadas

La información del PNC genera un antecedente de gran utilidad para caracterizar del punto de vista de demanda y de tipología de vehículos la red vial del país, y en particular de la red pavimentada. En efecto, la información del PNC fue incluida en el Inventario Vial de Caminos Pavimentados, pudiéndose así caracterizar con tránsito del año 2002 al 90% de las calzadas pavimentadas en rutas no concesionadas; otro 7% de los km son posibles de caracterizar con tránsitos del año 2000 y anteriores; mientras que para el 3% restante, no se posee información de tránsito, ya que no han formado parte del programa de mediciones del Plan Nacional de Censos.

CUADRO N° 2.19: KM DE CALZADAS PAVIMENTADAS CON Y SIN INFORMACIÓN DE TRÁNSITOS

Región	Con Tránsitos del Año 2002		Con Tránsitos del Año 2000 y Anteriores		Sin Información de Tránsitos	
	Km	%	Km	%	Km	%
1	1.247	85%	56	4%	167	11%
2	1.684	98%	36	2%	3	0%
3	942	93%	54	5%	16	2%
4	868	94%	54	6%	1	0%
5	789	79%	154	15%	55	5%
6	880	85%	123	12%	37	4%
7	1.159	96%	42	3%	9	1%
8	1.552	93%	62	4%	63	4%
9	1.093	88%	140	11%	8	1%
10	1.638	94%	100	6%	6	0%
11	268	97%	0	0%	9	3%
12	456	96%	11	2%	8	2%
13	728	75%	135	14%	106	11%
Total	13.306	90%	966	7%	487	3%

Fuente: Información del PNC del Año 2002

Dado que la información de características físicas de los caminos se encuentra actualizada al año 2003, se incorporaron tasas de crecimientos por modo de transporte, de modo de actualizar la información de tránsito al mismo año base (2003). Las tasas anuales de crecimiento utilizadas, fueron las resultantes del Estudio "Plan Director de Infraestructura, Etapa 2" (DIRPLAN, 2003), las que presentan crecimientos diferenciados por región y tipo de vehículos. A continuación se presentan dichas tasas.

CUADRO N° 2.20: TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO UTILIZADAS POR MODO

Región	Vehículos Livianos	Camiones Simples	Camiones Pesados	Buses
1	7,9%	4,4%	4,8%	10,7%
2	5,1%	5,1%	7,2%	9,6%
3	4,1%	3,8%	4,9%	8,1%
4	8,3%	3,8%	5,1%	6,4%
5	6,7%	4,5%	5,3%	4,9%
6	5,8%	4,1%	5,7%	5,1%
7	3,1%	4,1%	5,1%	4,1%
8	6,0%	5,0%	6,6%	4,3%
9	5,0%	4,6%	5,7%	3,3%
10	7,3%	3,9%	4,6%	4,3%
11	3,6%	3,5%	4,7%	7,7%
12	3,8%	2,7%	5,0%	6,7%
13	5,0%	4,6%	6,1%	5,4%
Total	5,7%	4,5%	5,8%	5,5%

Fuente: Plan Director de Infraestructura Etapa 2 (DIRPLAN, 2003).

Una vez actualizada la información de tránsito al año 2003, se procedió a caracterizar la red vial analizada en función de la siguiente tipificación de rangos de flujo. Niveles que corresponden a los mismos contemplados por Vialidad en las políticas de conservación de los caminos de carpeta de asfalto.

Tránsito Bajo:	Menor a 300 Veh/día
Tránsito Medio :	300 a 1.200 Veh/día
Tránsito Alto:	1.200 a 3.000 Veh/día
Tránsito Muy Alto:	Mayor a 3.000 Veh/día

Tal como se viera con anterioridad, para el 97% de los caminos pavimentados no concesionados, se cuenta con información de TMDA, por lo que su tipificación por tránsito resulta automática. Para el 3% restante donde no se posee información del PNC del año 2002 o anterior, se revisó el rol del camino y el estándar que posee, estimándose un nivel de tránsito para el camino; así por ejemplo, en los caminos de doble calzada se supuso un nivel muy alto de TMDA.

Por otro lado, para efecto de la tramificación se consideró que los 14.759 km de calzadas corresponden a calzadas simples, por lo que para su adaptación fue necesario dividir por 2 el TMDA asociado a las dobles calzadas (366 km de red), a objeto de representar la solicitud a la que están expuestas cada una de ellas. Cabe observar, que esta simplificación presenta un efecto menor en el análisis, toda vez que las dobles calzadas explican menos del 5% del total de la red no concesionada.

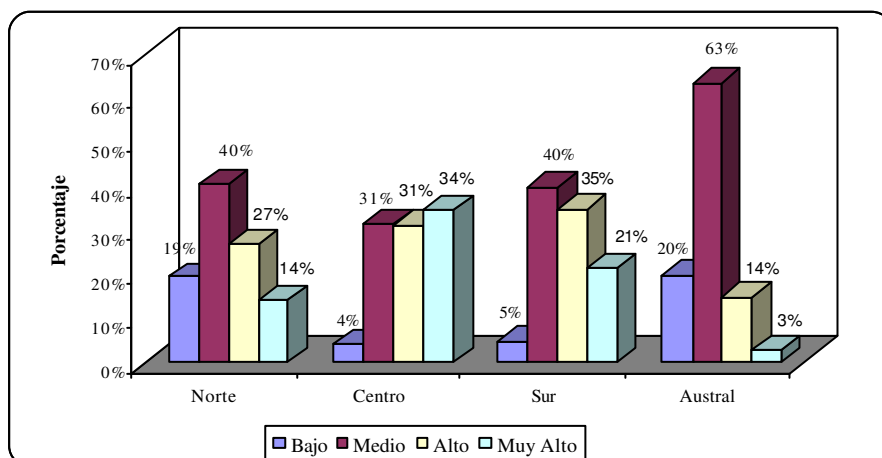
A continuación se presenta la distribución por región, de los kilómetros de calzadas según nivel de TMDA. En los caminos pavimentados se observa una concentración de los km en la categoría de Tránsito Medio, ya que concentra el 39% de la red vial pavimentada y no concesionada.

CUADRO N° 2.21: KM DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO

Zona	Región	Tránsito Bajo	Tránsito Medio	Tránsito Alto	Tránsito Muy Alto	Total
Norte	1	501	624	235	110	1.470
	2	293	813	396	221	1.723
	3	48	390	477	97	1.012
	4	139	245	255	283	923
Centro	5	46	251	203	497	998
	13	30	258	179	502	970
	6	62	344	370	263	1.040
	7	21	460	547	183	1.210
Sur	8	55	429	602	590	1.677
	9	99	547	430	166	1.241
	10	59	866	586	233	1.744
Austral	11	92	87	98	0	277
	12	56	388	10	20	474
Total	Total	1.502	5.703	4.388	3.165	14.759
	%	10%	39%	30%	21%	100%

Fuente: Información del PNC del Año 2002, actualizada al año 2003.

GRÁFICO N° 2.9: DISTRIBUCIÓN DE LAS CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO



2.2.3 Caracterización por Nivel de Tránsito de las Rutas No Pavimentadas

Por otro lado en los caminos no pavimentados (estándar de Ripio y de Tierra), es preciso en primer término observar, que en torno al 12% de ellos no se dispone de información de tránsitos vehiculares. Sin bien la información del PNC del año 2002, sólo representa el 18% del km asociados a dichos caminos, con antecedentes de mediciones de años anteriores es posible estimar los niveles de tránsito de gran parte de la red.

CUADRO N° 2.22: KM DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS CON Y SIN INFORMACIÓN DE TRÁNSITOS

Región	Con Tránsitos del Año 2002		Con Tránsitos del Año 2000 y Anteriores		Sin Información de Tránsitos	
	Km	%	Km	%	Km	%
1	285	9%	2.363	74%	566	18%
2	393	10%	3.112	77%	529	13%
3	1.037	17%	4.123	69%	834	14%
4	571	15%	2.187	58%	1.045	27%
5	362	17%	1.632	79%	84	4%
6	641	21%	2.033	68%	333	11%
7	1.471	25%	4.134	69%	352	6%
8	1.523	16%	7.083	73%	1.151	12%
9	1.209	11%	9.288	85%	481	4%
10	2.295	27%	4.872	56%	1.491	17%
11	0	0%	1.880	77%	575	23%
12	1.569	56%	855	31%	361	13%
13	246	20%	867	70%	123	10%
Total	11.601	18%	44.427	69%	7.926	12%

Fuente: Información del PNC del Año 2002

La información del Plan Nacional de Censos fue actualizada al año 2003 utilizándose las mismas tasas de crecimiento por región y tipo de vehículos, indicadas para el caso de los caminos pavimentados (ver Cuadro N° 2.20). Una vez actualizada la información, se procedió a caracterizar los tramos de la red vial en función de la siguiente tipificación de rangos de flujo.

Tránsito Bajo:	Menor a 100 Veh/día
Tránsito Medio:	100 a 300 Veh/día
Tránsito Alto:	Mayor a 300 Veh/día

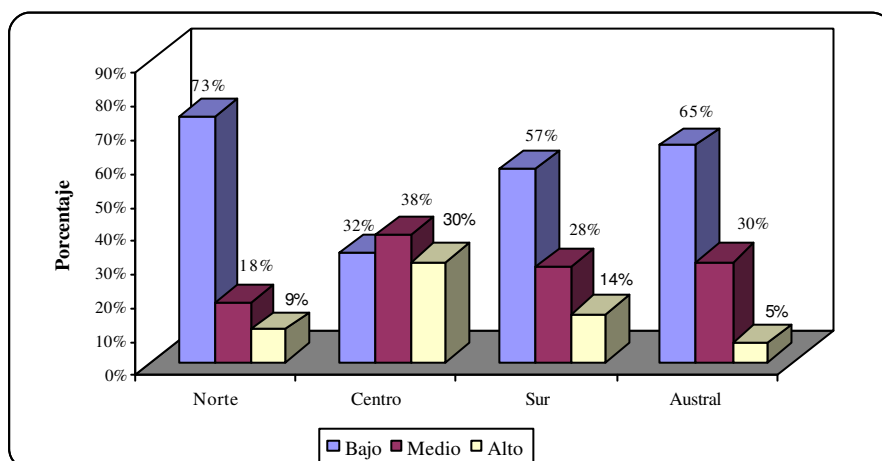
Para el 12% de la red donde no se posee información de TMDA, se consideró un nivel de tránsito Medio o Bajo dependiendo de la importancia de la ruta. Es así como en las rutas nacionales y regionales (Tipo A, B y C), se consideró un nivel Medio de TMDA, mientras que en las rutas comunales (Tipo D y E) se asumió un nivel de tránsito Bajo –éstas últimas representan el 88% de los km sin información de TMDA–. Los resultados obtenidos para esta tramificación, se presentan en los cuadros y gráficos siguientes ordenados según estándar de las rutas (ripio, tierras u otro):

CUADRO N° 2.23: KM DE CAMINOS DE RIPIO SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO

Zona	Región	T. Bajo	T. Medio	T. Alto	Total
Norte	1	267	4	5	277
	2	1.157	13	16	1.186
	3	560	417	123	1.099
	4	1.436	389	294	2.119
Centro	5	128	127	286	541
	13	86	166	154	406
	6	598	472	425	1.495
	7	991	1.325	795	3.111
Sur	8	2.353	1.240	751	4.344
	9	5.008	1.804	752	7.564
	10	3.894	2.511	1.264	7.670
Austral	11	1.041	828	175	2.044
	12	1.706	447	59	2.212
Total	Total	19.227	9.743	5.099	34.069
	%	56%	29%	15%	100%

Fuente: Información del PNC del Año 2002, actualizada al año 2003.

GRÁFICO N° 2.10: DISTRIBUCIÓN DE LOS KM DE RIPIO SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO

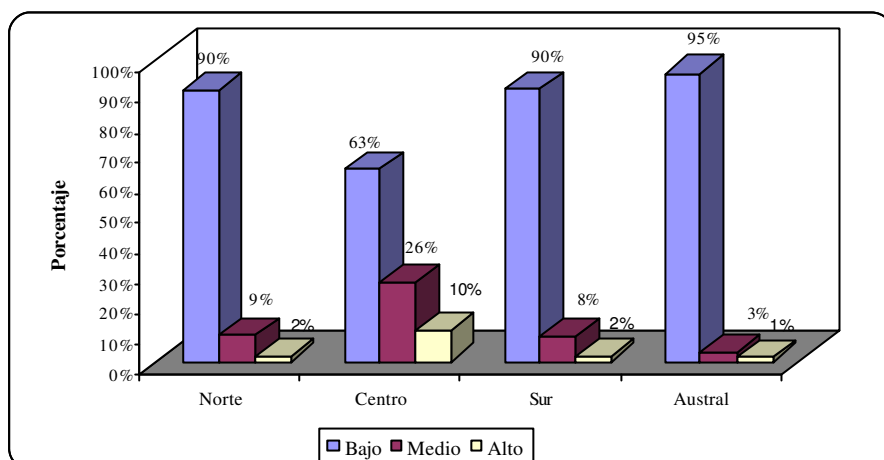


CUADRO N° 2.24: KM DE CAMINOS DE TIERRA SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO

Zona	Región	T. Bajo	T. Medio	T. Alto	Total
Norte	1	2.754	91	0	2.845
	2	2.556	34	85	2.674
	3	2.988	696	0	3.684
	4	1.404	99	94	1.597
Centro	5	576	332	154	1.062
	13	145	348	172	664
	6	1.063	280	130	1.473
	7	2.039	626	161	2.826
Sur	8	4.855	353	144	5.351
	9	2.986	373	6	3.365
	10	904	81	4	989
Austral	11	387	24	0	411
	12	541	7	13	561
Total	Total	23.195	3.343	963	27.501
	%	84%	12%	4%	100%

Fuente: Información del PNC del Año 2002, actualizada al año 2003.

GRÁFICO N° 2.11: DIS TRIBUCIÓN DE LOS KM DE TIERRA SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO

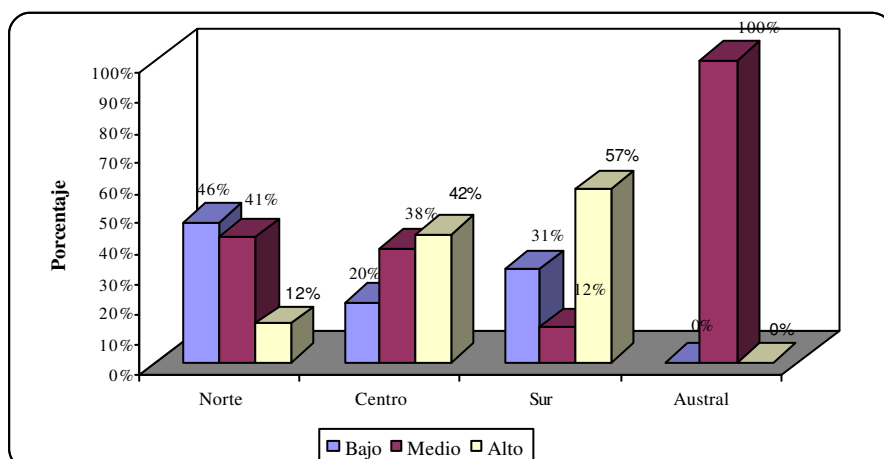


CUADRO N° 2.25: KM DE OTROS CAMINOS NO PAVIMEN. SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO

Zona	Región	Km de Caminos con Capa de Protección				Km de Caminos con Grava Estabilizada			
		T. Bajo	T. Medio	T. Alto	Total	T. Bajo	T. Medio	T. Alto	Total
Norte	1	77	0	7	84	8	0	0	8
	2	22	28	0	50	101	0	23	123
	3	12	41	77	131	462	538	80	1.080
	4	3	5	3	10	40	32	5	76
Centro	5	89	169	217	475	0	0	0	0
	13	31	72	63	166	0	0	0	0
	6	17	6	15	37	0	2	0	2
	7	2	0	0	2	0	16	2	18
Sur	8	12	7	43	62	0	0	0	0
	9	4	0	0	4	19	6	20	45
	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Austral	11	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	13	0	13
Total	Total	268	327	425	1.020	629	607	130	1.365
	%	26%	32%	42%	100%	46%	44%	10%	100%

Fuente: Información del PNC del Año 2002, actualizada al año 2003.

GRÁFICO N° 2.12: DIS TRIBUCIÓN KM DE OTROS NO PAVIMENTADOS SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO



2.3 CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES

2.3.1 Nivel de Importancia de las Rutas

La discusión relativa a la política presupuestaria considerará elementos técnicos económicos como también políticos, siendo estos últimos aquellos que tienen que ver con la equidad territorial o interés geopolítico. En este contexto resulta claro que se requerirá clasificar la red de caminos en función de estas variables, a objeto de que ellas sean consideradas en el momento del estudio presupuestario.

De tal forma, será necesario definir una categorización de caminos en función de variables de interés territorial o geopolítico que permitan discriminar el patrimonio vial en función de estas variables. Ciertamente la categorización que se defina será de carácter agregado dado lo cualitativo y subjetivo que pueda resultar esta definición, por lo que se privilegiará identificar aquellos rasgos o atributos de real interés en esta dimensión. Se plantea entonces utilizar como variable de tipificación, la clasificación de los caminos públicos considerada por la Dirección de Vialidad. Dicha tipificación consta de 5 categorías –de las letras A a E–, correspondiendo las dos primeras (Tipo A y B) a rutas nacionales y regiones que pertenecen a la red vial estructurante del País, a la categoría C corresponden las rutas de importancia a nivel provincial, mientras que las vías del Tipo D y E son caminos comunales de baja importancia como estructurante de los viajes.

Tipo A: Caminos Nacionales
 Tipo B: Caminos Regionales Primarios
 Tipo C: Caminos Regionales Secundarios
 Tipo D: Caminos Comunales Primarios
 Tipo E: Caminos Comunales Secundarios

En función de dicha tipificación, se clasificaron en primer término los 78.713 km viales incorporados en la Sectorización de Diciembre de 2003 (no se incluyen los km en rutas concesionadas), obteniéndose los resultados que se muestran a continuación.

CUADRO N° 2.26: DISTRIBUCIÓN DE KM VIALES SEGÚN TIPO DE CAMINOS

Tipo	Pavimentadas		No pavimentadas		Total	
	Km	%	Km	%	Km	%
A	3.747	25%	1.118	2%	4.865	6%
B	5.062	34%	1.997	3%	7.059	9%
C	3.897	26%	5.363	8%	9.261	12%
D	1.749	12%	24.148	38%	25.897	33%
E	304	2%	31.328	49%	31.632	40%
Total	14.759	100%	63.954	100%	78.713	100%

Fuente: Base de Datos de Sectorización, administrada por el Departamento de Gestión Vial.

En el cuadro se aprecia la mayor concentración de los caminos en las categorías D y E, lo cual es debido al efecto del mayor volumen de caminos no pavimentados que se concentran en dichas categorías.

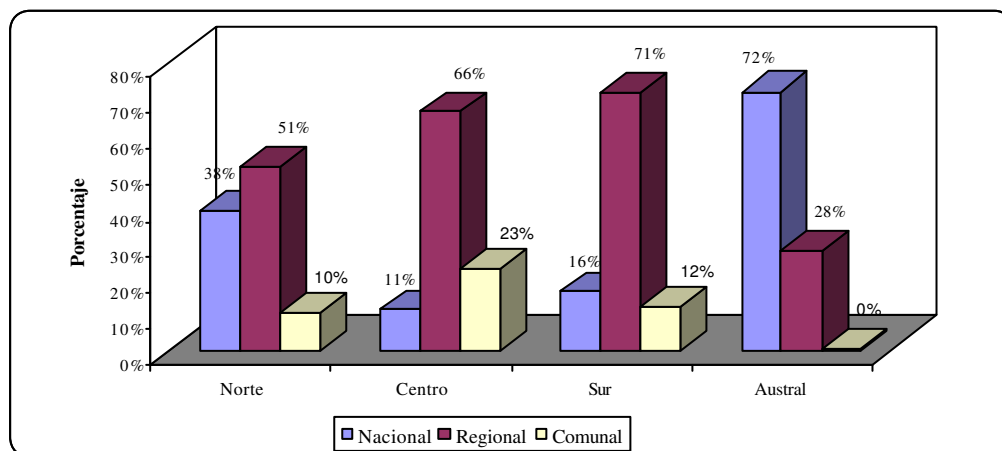
Al referirse sólo a los caminos pavimentados, se aprecia una situación radicalmente distinta, toda vez que la mayor concentración se produce en las 3 primeras categorías, es decir las de importancia a nivel nacional y regional, explicando éstas el 86% de los km viales. El 14% restante se asocian a las rutas comunales y en particular las del tipo D (Comunales Primarias). En el cuadro siguiente se presentan los resultados a nivel regional, para los 14.759 km de calzada de la red pavimentada (no concesionada) incorporados en el Inventario Vial de Diciembre de 2003.

CUADRO N° 2.27: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN TIPO DE CAMINOS

Zona	Región	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Total
Norte	1	728	152	366	179	46	1.470
	2	631	936	84	35	36	1.723
	3	494	160	281	46	32	1.012
	4	120	445	197	157	5	923
Centro	5	209	375	236	127	51	998
	13	99	321	265	238	48	970
	6	76	364	306	256	39	1.040
	7	86	481	453	185	6	1.210
Sur	8	289	614	543	221	10	1.677
	9	36	657	386	146	16	1.241
	10	439	354	777	156	19	1.744
Austral	11	244	28	5	0	0	277
	12	296	175	0	3	0	474
Total	Km	3.747	5.062	3.897	1.749	304	14.759
	%	25%	34%	26%	12%	2%	100%

Fuente: Información del Inventario de Caminos Pavimentados de 2003.

GRÁFICO N° 2.13: DISTRIBUCIÓN CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN IMPORTANCIA DE LA RUTA



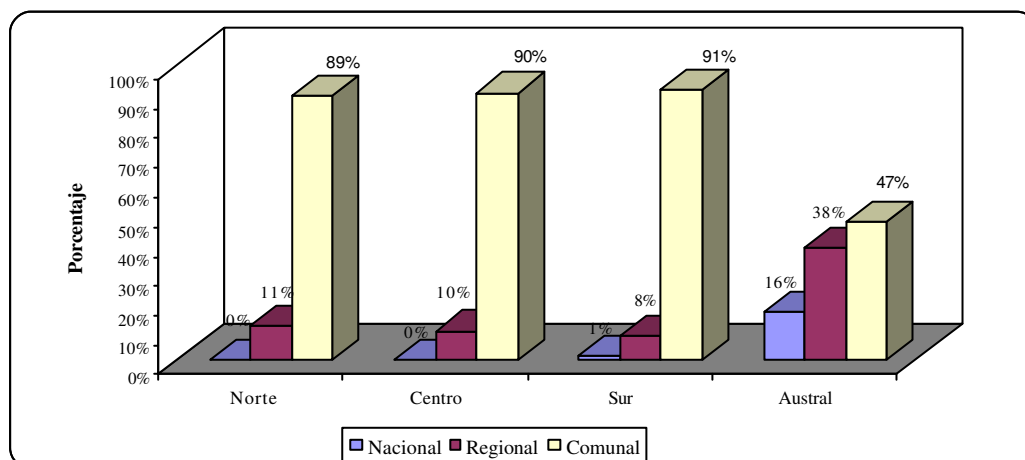
A continuación se muestran las distribuciones por tipología de caminos para los km de vías no pavimentadas. Se destaca la fuerte concentración de los km en los caminos comunales del tipo D y E, explicando éstos el 87% del total.

CUADRO N° 2.28: DISTRIBUCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS SEGÚN TIPO DE CAMINOS

Zona	Región	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Total
Norte	1	0	115	285	1.372	1.441	3.213
	2	0	122	210	2.083	1.618	4.034
	3	0	267	554	2.607	2.567	5.994
	4	0	132	217	1.858	1.595	3.802
Centro	5	0	20	175	1.089	794	2.078
	13	0	65	69	411	692	1.237
	6	0	59	120	1.320	1.509	3.007
	7	0	160	511	2.669	2.616	5.956
Sur	8	0	22	538	2.814	6.383	9.757
	9	0	151	406	2.828	7.593	10.978
	10	298	113	1.067	3.327	3.854	8.658
Austral	11	697	388	204	689	477	2.455
	12	123	384	1.008	1.082	189	2.785
Total	Km	1.118	1.997	5.363	24.148	31.328	63.954
	%	2%	3%	8%	38%	49%	100%

Fuente: Información del Inventario de Caminos No Pavimentados de 2003.

GRÁFICO N° 2.14: DISTRIBUCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS SEGÚN TIPO DE CAMINOS



2.3.2 Variables Medio Ambientales y Geométricas de los Caminos

Por otro lado, es preciso contemplar como parte de la clasificación territorial las variables medio ambiental y geométricas de los caminos. Planteándose específicamente, clasificar las rutas de acuerdo al pluviometría, temperaturas, orografía, perfil longitudinal y curvatura horizontal; variables que presentan una estrecha relación con el territorio y que influyen en los requerimientos de mantenimiento vial. Para ello se tomó en consideración la

información en tal sentido, incluida por km de calzada en el Inventario Vial a Diciembre de 2003.

En el cuadro siguiente se indican las clasificaciones consideradas en el Inventario Vial; reportándose posteriormente, las distribuciones para dichas variables de los km de calzada a nivel regional.

CUADRO N° 2.29: CLASIFICACIÓN ASOCIADA A VARIABLES AMBIENTALES Y GEOMÉTRICAS

Variable	Unidad	Clasificación	Rango
Pluviometría	Días de lluvia por Año (*)	Poco Lluvioso (P)	Menos de 15 días
		Normal (N)	15 a 45 días
		Lluvioso (L)	45 a 90 días
		Muy Lluvioso (D)	Mayor a 90 días
Temperatura	°C	Caluroso (C)	Mayor a 14 ^o
		Templado (T)	12 ^o a 14 ^o
		Frío (F)	10 ^o a 12 ^o
		Muy Frío (F)	Menor a 8 ^o
Orografía		Llano (LL)	
		Ondulado (OND)	
		Montañoso (MON)	
Perfil Longitudinal	%	Pendiente Baja (B)	Menor a 2%
		Pendiente Media (M)	2% a 4%
		Pendiente Media (A)	Mayor a 4%
Curvatura Horizontal	°/Km	Recto (R)	Menor a 50 ^o /km
		Sinuosidad Baja (B)	50 ^o /km a 100 ^o /km
		Sinuosidad Media (M)	100 ^o /km a 300 ^o /km
		Sinuosidad Alta (A)	Mayor a 300 ^o /km

Nota (*): Como día de lluvia se entiende una precipitación mayor o igual a 5 mm.

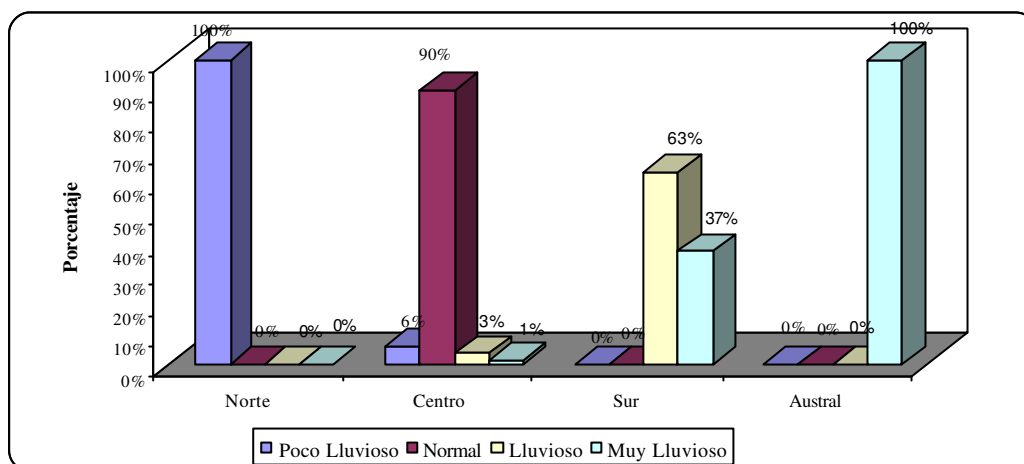
Fuente: Información del Inventario de Caminos Pavimentados de 2003.

CUADRO N° 2.30: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN RANGO DE PLUVIOMETRÍA

Zona	Región	Poco Lluvioso	Normal	Lluvioso	Muy Lluvioso	Total
Norte	1	1.470	0	0	0	1.470
	2	1.723	0	0	0	1.723
	3	1.012	0	0	0	1.012
	4	923	0	0	0	923
Centro	5	227	771	0	0	998
	13	15	917	0	38	970
	6	8	1.023	0	10	1.040
	7	0	1.074	136	0	1.210
Sur	8	0	0	1.677	0	1.677
	9	0	0	1.241	0	1.241
	10	0	0	13	1.731	1.744
Austral	11	0	0	0	277	277
	12	0	0	0	474	474
Total	Total	5.377	3.785	3.067	2.530	14.759
	%	36%	26%	21%	17%	100%

Fuente: Inventario Caminos Pavimentados de 2003 (no se incluye los km de caminos concesionados).

GRÁFICO N° 2.15: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN PLUVIOMETRÍA

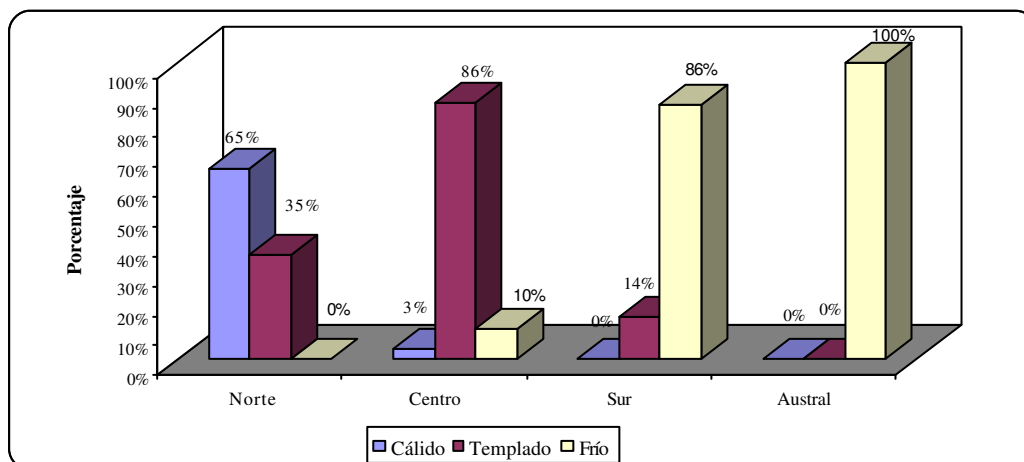


CUADRO N° 2.31: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN RANGO DE TEMPERATURA

Zona	Región	Cálido	Templado	Frío	Total
Norte	1	1.080	390	0	1.470
	2	1.322	400	0	1.723
	3	813	199	0	1.012
	4	95	828	0	923
Centro	5	102	896	0	998
	13	38	867	64	970
	6	8	830	202	1.040
	7	0	1.044	166	1.210
Sur	8	0	659	1.018	1.677
	9	0	0	1.241	1.241
	10	0	0	1.744	1.744
Austral	11	0	0	277	277
	12	0	0	474	474
Total	Total	3.458	6.114	5.187	14.759
	%	23%	41%	35%	100%

Fuente: Inventario Caminos Pavimentados de 2003 (no se incluye los km de caminos concesionados).

GRÁFICO N° 2.16: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN TEMPERATURA

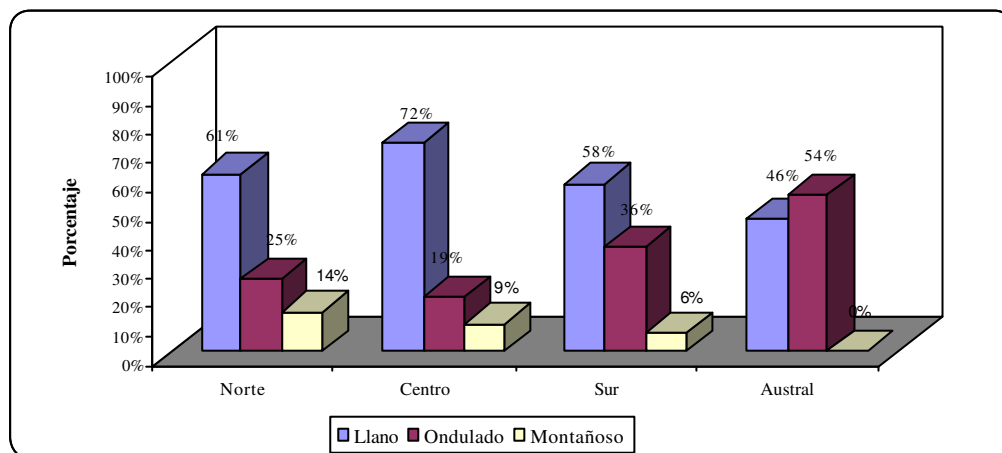


CUADRO N° 2.32: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN OROGRAFÍA DEL CAMINO

Zona	Región	Llano	Ondulado	Montañoso	Sin Información	Total
Norte	1	745	240	242	242	1.470
	2	1.070	314	308	30	1.723
	3	698	295	19	0	1.012
	4	464	368	90	0	923
Centro	5	483	303	117	95	998
	13	802	56	106	6	970
	6	894	70	33	43	1.040
	7	670	309	119	112	1.210
Sur	8	941	412	164	161	1.677
	9	707	487	48	0	1.241
	10	956	724	64	0	1.744
Austral	11	251	27	0	0	277
	12	94	380	0	0	474
Total	Total	8.776	3.985	1.309	689	14.759
	%	59%	27%	9%	5%	100%

Fuente: Inventario Caminos Pavimentados de 2003 (no se incluye los km de caminos concesionados).

GRÁFICO N° 2.17: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN OROGRAFÍA

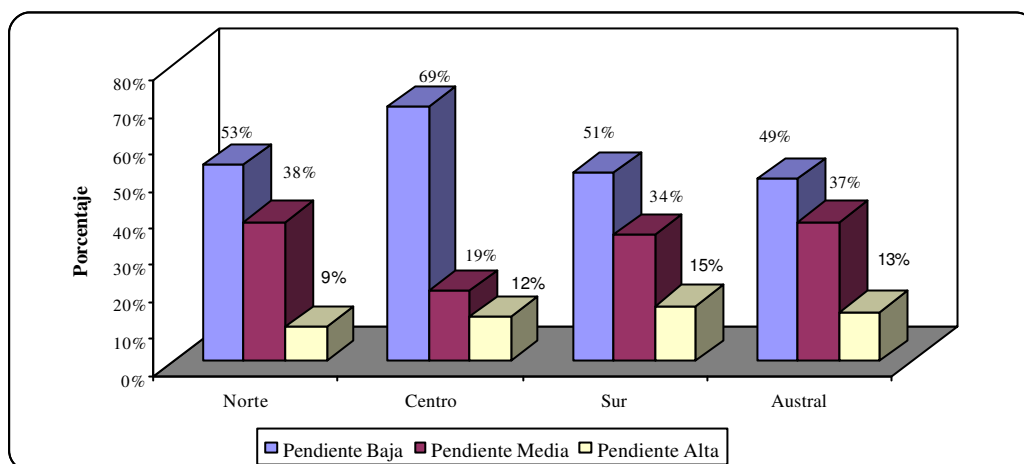


CUADRO N° 2.33: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN PERFIL LONGITUDINAL

Zona	Región	Pendiente Baja	Pendiente Media	Pendiente Alta	Total
Norte	1	564	715	191	1.470
	2	926	715	82	1.723
	3	740	236	37	1.012
	4	495	263	165	923
Centro	5	607	303	88	998
	13	745	140	84	970
	6	902	62	76	1.040
	7	638	312	260	1.210
Sur	8	872	548	256	1.677
	9	681	356	205	1.241
	10	823	692	229	1.744
Austral	11	90	88	99	277
	12	281	193	0	474
Total	Total	8.364	4.623	1.773	14.759
	%	57%	31%	12%	100%

Fuente: Inventario Caminos Pavimentados de 2003 (no se incluye los km de caminos concesionados).

GRÁFICO N° 2.18: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN PERFIL LONGITUDINAL

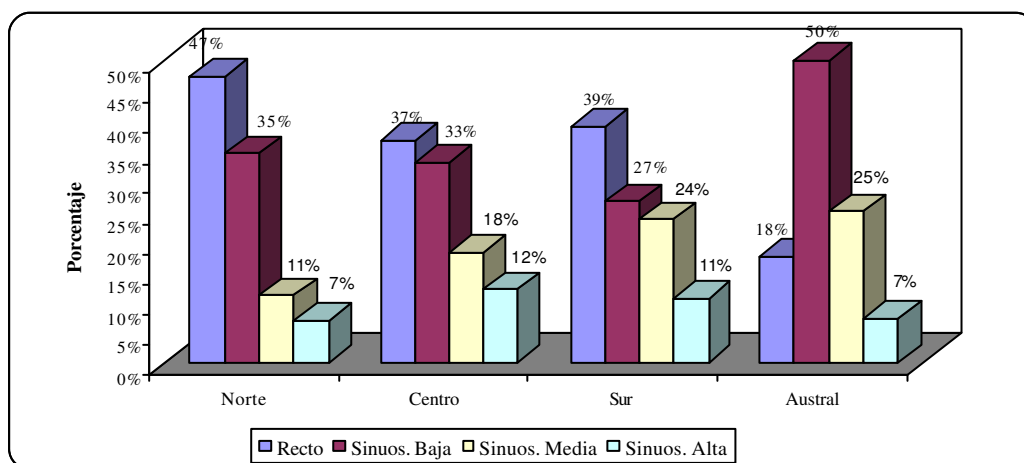


CUADRO N° 2.34: DISTRIBUCIÓN DE CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN CURVATURA HORIZONTAL

Zona	Región	Recto	Sinuosidad Baja	Sinuosidad Media	Sinuosidad Alta	Total
Norte	1	472	823	116	59	1.470
	2	929	674	99	21	1.723
	3	690	114	191	18	1.012
	4	329	165	166	263	923
Centro	5	320	393	240	45	998
	13	435	307	121	107	970
	6	624	154	191	71	1.040
	7	167	537	213	293	1.210
Sur	8	677	395	267	338	1.677
	9	351	409	384	97	1.241
	10	791	440	449	64	1.744
Austral	11	68	134	20	55	277
	12	64	244	166	0	474
Total	Total	5.917	4.789	2.623	1.430	14.759
	%	40%	32%	18%	10%	100%

Fuente: Inventario Caminos Pavimentados de 2003 (no se incluye los km de caminos concesionados).

GRÁFICO N° 2.19: DISTRIBUCIÓN CALZADAS PAVIMENTADAS SEGÚN CURVATURA HORIZONTAL



2	CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL.....	2-1
2.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	2-1
2.1.1	<i>Distribución de los Caminos por Tipo de Carpeta.....</i>	<i>2-1</i>
2.1.2	<i>Distribución de los Caminos Según Estructura de Pavimento.....</i>	<i>2-2</i>
2.1.3	<i>Distribución por Estándar de los Caminos No Pavimentados.....</i>	<i>2-6</i>
2.1.4	<i>Estado de los Caminos Pavimentados.....</i>	<i>2-7</i>
2.1.5	<i>Estado de los Caminos No Pavimentados</i>	<i>2-11</i>
2.2	CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS.....	2-15
2.2.1	<i>Cobertura del Plan Nacional de Censos 2002</i>	<i>2-15</i>
2.2.2	<i>Caracterización por Nivel de Tránsito de las Rutas Pavimentadas.....</i>	<i>2-20</i>
2.2.3	<i>Caracterización por Nivel de Tránsito de las Rutas No Pavimentadas....</i>	<i>2-23</i>
2.3	CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES	2-26
2.3.1	<i>Nivel de Importancia de las Rutas.....</i>	<i>2-26</i>
2.3.2	<i>Variables Medio Ambientales y Geométricas de los Caminos</i>	<i>2-28</i>

3 CARACTERIZACIÓN RED IV REGIÓN

Esta etapa consiste en establecer los requerimientos para poder tramificar los caminos de la red piloto IV región, con el fin de estudiar y evaluar posteriormente, distintos planes de conservación y mantenimiento de las vías que componen la red.

Mediante el análisis de las características físicas, operacionales y territoriales se han definido los tramos definitivos para la posterior modelación en HDM-4.

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A través de información de Inventario Vial de Caminos Pavimentados, Edición Dic. 2003 (Departamento Gestión Vial, Dirección de Vialidad), se obtuvieron las características físicas de estructura, año de construcción, tipo de carpeta, geometría, etc. de cada camino perteneciente a la red piloto de la IV región.

Posteriormente, se solicitó información a la Dirección Regional de Vialidad de la IV región para completar algunos antecedentes de estos caminos, lo cual se entrega detalladamente en el Capítulo 4.

La caracterización física de los tramos a modelar finalmente fue completada mediante el levantamiento de información de terreno por los equipos de medición, donde se recolectaron datos de IRI, agrietamiento, ahuellamiento, etc., datos que se entregan detalladamente en el Capítulo 5 de éste informe.

También se recolectó información relacionada con otros elementos anexos tales como señales, estructuras, obras de arte, etc. Parte de esta información proviene de la Dirección Regional de Vialidad de la IV región y está referida principalmente a la ubicación, tipo y estado de los elementos anexos pertenecientes a los caminos de la red piloto, y otra parte fue recolectada por el Consultor, específicamente la información de estado de puentes, obras de arte y retroreflectancia de señales verticales. Los datos levantados en terreno se entregan detalladamente en el Capítulo 5 de éste informe.

3.2 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS

La caracterización operativa de la red vial IV región se realizó en base a los antecedentes que ha proporcionado el MOP en relación al último Plan Nacional de Censos y al Estudio de Preinversión Red Vial IV Región, determinando la composición del parque vehicular, rangos de flujo y costos de operación vehicular.

En lo que respecta a los flujos vehiculares, principalmente se utilizó la información de tránsito del Estudio Preinversión Red Vial IV Región, considerándose para la modelación base con HDM-4 las estimaciones generadas para el corte temporal 2003 en el escenario sin tarifa en la Ruta 43. Dicha información sin embargo, presentó algunas diferencias con respecto a la generada a partir del PNC del año 2002, las cuales se especifican a continuación:

- Ruta 41 CH: la principal diferencia se genera en el sector Guanta, ya que el TMDA del PNC registró un volumen de 581 veh/día, mientras que del estudio de la Red Vial se estimó una demanda de 28 veh/día.

Análisis: En lo que a ello respecta, el flujo de 28 veh/día corresponde al tramo desde la Bifurcación Paiguano hasta Guanta, tramo para el cual la información del PNC no es muy precisa, y por tanto la información del estudio de tránsito debiera representar de mejor forma la demanda existen en el sector.

- Ruta 43: la mayor diferencia entre ambas estimaciones se produce en el sector de doble calzada (Coquimbo – La Serena), donde el TMDA del PNC es de 12149 veh/día, mientras que del estudio de tránsito se obtuvo un flujo de 3089 veh/día.

Análisis: El Flujo de 3089 veh/día no corresponde al flujo en el tramo de dobles calzadas, sino a los viajes interurbanos que utilizan la doble calzada entre la D-35 (La Cantera) y CH-41. Ello queda de manifiesto al comparar los viajes que entrega el modelo entre la Ruta D-51 (El Peñón) y la D-35, donde se estimó 3.796 viajes/día, mientras que del PNC del año 2002, dicha cifra es de 3.859 viajes/día. Por lo anterior, claramente el modelo del estudio de la IV Región, no tiene incorporado los viajes urbanos de la conurbación Coquimbo – La Serena, por lo que un dato bastante más realista de la demanda en la doble calzada es el que proporciona el PNC (12.149 viajes/día).

- Ruta 45: El modelo entrega como resultado un flujo de 965 veh/día entre Ruta 5 y D605 (Bifurcación Punitaqui) y de 2.693 veh/día entre la D605 y Ovalle. En cambio del PNC, para esos mismos tramos se obtiene un flujo medio de 3.105 veh/día (R5 - D605) y 6.175 (D605-R5).

Análisis: De acuerdo a conversaciones con el Inspector Fiscal del Estudio de Preinversión Red Vial IV Región, aparentemente la información del PNC no es muy precisa, dándole mayor credibilidad a la estimación generada por el modelo, la cual se encuentra calibrada con flujos medidos en dicha consultoría. Para clarificar lo anterior, se recurrió entonces a la información de la Plaza de peajes existente en el acceso a la Ruta 45 desde la Ruta 5, de la cual se pudo observar un volumen cercano a los 450 veh/día en el sentido de cobro (Poniente – Oriente), por lo que se concluye que la información del modelo se ajusta bastante a la realidad.

- Ruta D-305: En el tramo El Islón – Altovalsol, el TMDA difiere de 1041 veh/día según en PNC a 165 veh/día según el estudio de demanda.

Análisis: Para el tramo El Islon – Altovalsol, se debiera ocupar el flujo que arroja el modelo (165 veh/día). La medición del PNC no es muy representativa del tramo, dada la existencia de viajes locales en el entorno del punto. En efecto, el flujo del PNC es muy semejante que el que se obtiene para el tramo La Serena – El Islon, que alcanza los 1.431 veh/día.

- Ruta 410, 420 (Guanaqueros - Tongoy) y 440 (Acceso Tongoy): Para dichas rutas el TMDA según el PNC es respectivamente de 3456, 950 y 180 veh/día, mientras que del estudio de demanda de la IV Región, se estimaron los siguientes TMDA: 2141, 1039 y 92 veh/día.

Análisis: Los niveles de magnitud de los tránsito de las rutas 420 y 440 son bastante semejantes entre ambas estimaciones. En lo que respecta a la ruta 410, las diferencias son de mayor significancia. Al revisar la información del PNC, se detectó un fuerte incremento de los tránsito en temporada de invierno, en particular en buses y vehículos de carga, donde las demandas superan a las contabilizadas en verano. Al no incluir las mediciones de invierno del PNC –representándola a través de las observaciones obtenidas en primavera– se obtiene un TMDA de 2.385 veh/día, que es bastante comparable a los 2.141 que arroja el modelo. Por lo anterior, en las 3 rutas identificadas se recomendó utilizar los datos obtenidos de la modelación.

- Ruta 505: Del PNC se estimó un TMDA de 923 veh/día., mientras que del estudio de demanda dicho TMDA alcanza los 44 veh/día entre Ruta 5 – Cerrillos de Tamaya y 106 veh/día en el tramo Cerrillos de Tamaya – Ovalle.

Análisis: Los viajes estimados por el modelo son extremadamente bajos para la ruta, por lo que en conjunto con el Inspector Fiscal del estudio de demanda de la IV Región, se sugirió utilizar los datos del PNC.

En lo que respecta a los tasas de crecimiento vehiculares por ruta, se utilizó la información del estudio de Preinversión Red Vial IV Región, específicamente las resultantes de comparar las estimaciones por corte temporal y tipos de vehículos. En el cuadro siguiente se presentan los flujos promedios por rutas en distintos cortes temporales futuros, como también las tasas medias de crecimiento vehicular por corte temporal y para los 15 años de la serie (2003 a 2018), siendo esta última la que definitiva se contempló en la modelación con HDM4.

CUADRO N° 3.1: TMDA DEL ESTUDIO DE DEMANDA Y CÁLCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO PORTIPO DE VEHÍCULOS

PROMEDIO DE TMDA SEGÚN ESTUDIO DE DEMANDA (VEH/DÍA)					TASAS MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL				
Año	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2 Ejes	Camiones Pesados	Período	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2 Ejes	Camiones Pesados
RUTA 45									
2003	790	272	169	311	2003-2008	10,9%	4,2%	6,5%	6,4%
2008	1.323	333	231	423	2008-2013	7,3%	4,3%	4,4%	4,2%
2013	1.881	412	286	520	2013-2018	7,9%	4,5%	4,7%	4,7%
2018	2.755	512	361	653	2003-2018	8,7%	4,3%	5,2%	5,1%
RUTA 43									
2003	1.998	404	323	472	2003-2008	6,4%	4,6%	7,3%	6,6%
2008	2.721	505	461	650	2008-2013	4,0%	4,7%	5,5%	5,3%
2013	3.304	635	602	842	2013-2018	3,4%	4,7%	5,1%	5,2%
2018	3.904	799	772	1.085	2003-2018	4,6%	4,7%	6,0%	5,7%
RUTA 41 CH									
2003	2.522	422	130	84	2003-2008	6,5%	4,9%	8,1%	8,3%
2008	3.458	537	192	125	2008-2013	4,9%	5,1%	5,6%	5,7%
2013	4.394	689	252	165	2013-2018	5,0%	4,9%	5,7%	5,9%
2018	5.611	874	332	220	2003-2018	5,5%	5,0%	6,5%	6,6%
RUTA D 305									
2003	29	14	86	36	2003-2008	6,7%	5,0%	8,7%	10,2%
2008	40	18	131	58	2008-2013	5,9%	5,0%	5,5%	5,6%
2013	53	24	171	76	2013-2018	10,9%	5,0%	5,7%	6,0%
2018	89	30	226	102	2003-2018	7,8%	5,0%	6,6%	7,2%
RUTA D 505									
2003	32	39	3	1	2003-2008	7,0%	4,6%	9,9%	6,5%
2008	45	49	4	2	2008-2013	5,6%	4,7%	5,7%	4,5%
2013	59	61	5	2	2013-2018	5,8%	4,8%	5,3%	4,1%
2018	78	78	7	3	2003-2018	6,1%	4,7%	6,9%	5,0%
ACCESO TONGOY									
2003	78	0	1	12	2003-2008	1,7%	-	9,8%	10,5%
2008	85	0	2	20	2008-2013	5,7%	-	4,3%	4,3%
2013	112	0	3	25	2013-2018	4,7%	-	4,2%	4,2%
2018	140	0	3	31	2003-2018	4,0%	-	6,1%	6,3%
GUANAQUEROS - TONGOY									
2003	796	193	37	12	2003-2008	3,9%	4,9%	9,1%	11,1%
2008	963	245	58	21	2008-2013	4,3%	5,1%	6,9%	7,0%
2013	1.190	314	81	30	2013-2018	4,5%	4,9%	6,7%	6,8%
2018	1.482	399	112	41	2003-2018	4,2%	5,0%	7,6%	8,3%
ACCESO GUANAQUEROS									
2003	1.814	193	107	27	2003-2008	3,9%	4,9%	10,2%	9,7%
2008	2.201	245	173	43	2008-2013	4,6%	5,1%	6,9%	6,8%
2013	2.761	314	241	60	2013-2018	4,7%	4,9%	6,7%	6,7%
2018	3.481	399	333	82	2003-2018	4,4%	5,0%	7,9%	7,7%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del Estudio de Preinversión Red Vial IV Región.

3.3 CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES

La definición de las características territoriales de la red vial IV región se basa principalmente en antecedentes climáticos, para definir pluviometría, temperaturas, índice de humedad, altitud y otras variables relacionadas que influyen en los requerimientos de mantenimiento vial y en los costos de operación vehicular.

Se han recolectado antecedentes proporcionados por la Dirección Meteorológica de Chile, para algunas estaciones de medición en la IV región, datos que se presentan en forma resumida en el Cuadro N° 3.2. Estos antecedentes son dato de entrada en el Modelo HDM4 para definir las zonas climáticas en la que se encuentran los tramos de caminos a modelar. Las zonas climáticas para cada camino fueron asignadas de acuerdo a su ubicación

CUADRO N° 3.2: ANTECEDENTES CLIMÁTICOS

Estación	Años	Temp. Media	Temp. Extrema (°C)		Hum Relat	Precipitación (mm)		Días (Nº) T > 25°C
		Anual (°C)	Máx.	Min.	%	Total	Prom. Mens.	
La Serena	1995-2000	14.0	24.6	4.0	78.3	68.8	5.7	3.5
Ovalle	1999-2003	16.2	31.8	2.0	63.7	129.3	10.8	108.0
Recoleta/Rivadavia	1999-2003	17.5*	33.7	0.5	51.5	118.6	9.9	165.2

* Datos obtenidos de la Estación Rivadavia

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile.

Respecto a la ubicación de cada ruta, se han asignado a cada una de ellas la distinta información obtenida de las estaciones de monitoreo. La Estación asociada a cada ruta se presenta a continuación en el Cuadro N° 3.3.

CUADRO N° 3.3: TRAMIFICACION CLIMÁTICA POR RUTA.

COD RUTA	PKI (km)	PKF (km)	LONG (km)	ESTACION
64B041	4.900	43.100	38.200	La Serena
64B041	43.100	149.350	106.250	Recoleta/Rivadavia
64B043	0.000	40.000	40.000	La Serena
64B043	40.000	81.190	41.190	Ovalle
64B045	0.000	33.020	33.020	Ovalle
64C051	0.000	27.110	27.110	La Serena
64C485	0.000	20.750	20.750	Recoleta/Rivadavia
64C595	0.000	31.820	31.820	Ovalle
64D205	0.000	7.300	7.300	La Serena
64D305	0.000	22.000	22.000	La Serena
64D315	0.000	1.780	1.780	La Serena
64D325	0.000	0.470	0.470	La Serena
64D410	0.000	1.700	1.700	La Serena
64D419	0.700	1.600	0.900	La Serena
64D420	0.000	11.360	11.360	La Serena
64D440	0.000	11.800	11.800	Ovalle
64D505	0.000	37.000	37.000	Ovalle

3	CARACTERIZACIÓN RED IV REGIÓN	3-1
3.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	3-1
3.2	CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS.....	3-2
3.3	CARACTERÍSTICAS TERRITORIALES	3-5

4 TRAMIFICACIÓN DE LA RED EN ESTUDIO

4.1 RED NACIONAL

4.1.1 Definición de Variables de Estratificación

La proposición de la tramificación de la red vial nacional se realizó con el criterio de identificar tramos de caminos que resulten homogéneos en cuanto al plan de mantenimiento vial que se diseñe. Esto significa minimizar la varianza del costo de mantenimiento de los tramos de camino que pertenezcan a una misma categoría.

Los criterios considerados en esta tramificación son aquellos de mayor incidencia en la determinación del costo de manteniendo de la infraestructura, como son: tipo y estado de la carpeta de rodadura, demanda vehicular y aspectos de política territorial. Cabe observar, que al introducir una mayor cantidad de variables para lograr tramos homogéneos de caminos, se traduce en un incremento significativo de los tramos, sectores y links a procesar, dificultando la operabilidad del programa computación HDM-4. Será a partir del cruce de las distintas variables, que se determina el número de categorías de caminos consideradas en la categorización de la red vial.

En lo que respecta al tipo de carpeta se definió en primer término una clasificación global, asociado a si el camino es pavimentado o no pavimentado, para posteriormente distinguir por tipo de estructura de pavimento, y de estándar en los casos de caminos no pavimentados (ripio, tierra, capa de protección y grava estabilizada).

La red además fue tipificada de acuerdo a su importancia geopolítica, distribuyéndose a nivel regional bajo el criterio principal de representar sectores geográficos de características similares; como también en 3 tipos de caminos de acuerdo a su importancia en la estructuración de los viajes que se desarrollan en el país (nacional, regional o comunal).

Así también, en el estado de las carpetas se distinguieron 3 categorías: bueno, malo y regular, categorización que se adoptó en función de las variables que describen el estado de los pavimentos.

Fue necesario además tipificar las rutas de acuerdo a sus niveles de tránsito, definiéndose categorías distintas para caminos pavimentados y no pavimentados. Específicamente, se utilizó la información de TMDA del Plan Nacional de Censos del año 2002, expandido al

año 2003. Como alternativa al TMDA se podría haber utilizado otro indicador de demanda del camino, como es el caso Vehículos Equivalentes (VEQ) obtenidos a partir de factores de ejes equivalentes por tipo de vehículos. En lo que a ello respecta, las razones por las cuales se decidió utilizar el TMDA fueron las siguientes.

- En el HDM además del TMDA, se incorpora su distribución por tipo de vehículos, calculando internamente el programa los ejes equivalentes asociados a cada tramo. Por tanto, se distingue así las diversas solicitudes existentes en tramos que poseen semejantes niveles de TMDA.
- Asociados al TMDA existen diversas políticas de mejoramiento vial, como es el caso de las pavimentaciones (TMDA > 300 veh/día) o ampliaciones de calzadas (TMDA > 5000 veh/día). Por otro lado, también existen políticas de conservación, como es el caso de los pavimentos asfálticos, donde dependiendo del TMDA se definen distintas actividades de repavimentaciones, recapados y reconstrucción. A nivel de ejes equivalentes no existen tales parámetros, por lo que dificulta su entendimiento.
- Si bien es posible incluir como variables de tramificación el TMDA y VEQ, ello implicaría un incremento de las estructuras que harían difícil el procesamiento. Cabe observar que sólo con la inclusión del TMDA como variable operaciones, se obtuvo más de 600 estructuras a modelar, lo cual implicó realizar la modelación a nivel regional.
- Por último, es preciso observar que en el caso de la red piloto de la IV Región, la modelación es detallada, no existiendo ningún tipo de agregaciones de tramos según nivel de tránsito.

En el Cuadro N° 4.1 se presentan las variables y las categorías asociadas, para la tipificación de los caminos pavimentados, mientras que en el Cuadro N° 4.2, se indican las definiciones consideradas para los km de red no pavimentada de ripio y tierra. En el Anexo N° 4.1. Tramificación Red Nacional, se presenta el detalle de la tramificación generada.

CUADRO N° 4.1: VARIABLES DE ESTRATIFICACIÓN PARA CAMINOS PAVIMENTADOS

Variables	Categoría	Descripción
Región del País	1	Primera Región
	2	Segunda Región
	---	---
Tipo de Carpetas	13	Región Metropolitana
	Asfalto	Caminos con Pavimentos de Asfalto
Estructura de Pavimento	Hormigón	Caminos con Pavimentos de Hormigón
	ACA	Mezcla asfáltica en caliente abierta (sobre 20% de huecos en la mezcla).
	ACC	Mezcla asfáltica en caliente cerrada (granulometría densa 3-5% huecos en mezcla).
	ACD	Mezcla asf. en caliente granulom. densa (3-8% huecos en mezcla tipo intermedia)
	ACG	Mezcla asfáltica en caliente de granulometría gruesa (8% de huecos en la mezcla).
	AFA	Mezcla asfáltica fría abierta (sobre 20% de huecos en la mezcla).
	AFD	Mezcla asfáltica fría densa (no se consideran huecos en la mezcla).
	DTA	Doble tratamiento asfáltico
	DTE	Doble tratamiento elastomérico (doble tratamiento con segunda aplicación de lechada asfáltica elastomérica).
	ECC	Mezcla asfáltica elastomérica caliente cerrada.
	HAR	Hormigón armado.
	HDT	Hormigón con dispositivo de traspaso de carga.
	HOR	Losas de hormigón simple.
	HRF	Hormigón reforzado.
	TSS	Tratamiento superficial simple (con agregados).
Importancia de la Ruta	Nacional	Tipo A (Caminos Nacionales)
	Regional	Tipo B (Regionales Primarios) y C (Regionales Secundarios)
	Comunal	Tipo D (Comunales Primarios) y E (Comunales Secundarios)
Nivel de Tránsito	Bajo	TMDA menor a 300 Veh/día
	Medio	TMDA entre 300 y 1.200 Veh/día
	Alto	TMDA entre 1.200 y 3.000 Veh/día
	Muy Alto	TMDA mayor a 3.000 Veh/día
Estado de la Carpetas	Malo	Con propuesta de acciones de Mantenimiento Mayor
	Regular	Con propuesta de acciones de Mantenimiento Periódico
	Bueno	Con propuesta de acciones de Mantenimiento Rutinaria

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 4.2: VARIABLES DE ESTRATIFICACIÓN PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Variables	Categoría	Descripción
Región del País	1	Primera Región
	2	Segunda Región
	---	---
Tipo de Camino	13	Región Metropolitana
	Ripio	Caminos con Estándar de Ripio
	Tierra	Caminos con Estándar de Tierra
Importancia de la Ruta	C. Protección	Caminos con Capa de Protección
	Gr. Estabil.	Caminos con Grava Estabilizada
	Nacional	Tipo A (Caminos Nacionales)
Nivel de Tránsito	Regional	Tipo B (Regionales Primarios) y C (Regionales Secundarios)
	Comunal	Tipo D (Comunales Primarios) y E (Comunales Secundarios)
	Bajo	TMDA menor a 100 Veh/día
Estado de la Carpetas	Medio	TMDA entre 100 y 300 Veh/día
	Alto	TMDA mayor a 300 Veh/día
	Malo	Con propuesta de acciones de Mantenimiento Mayor
	Regular	Con propuesta de acciones de Mantenimiento Periódico
	Bueno	Con propuesta de acciones de Mantenimiento Rutinaria

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Tramificación de Kilómetros de Caminos Pavimentados

De acuerdo a lo anterior, se tipificaron los km de caminos pavimentados y no pavimentados del Inventario Vial a Diciembre de 2003, obteniéndose así las estructuras tipo a modelar del punto de vista de deterioro. Específicamente, a través de las clasificaciones según tipo de camino, región del país, estructura de pavimento, importancia de la ruta, nivel de tránsito y estado de la carpeta, se distribuyeron los km de la red vial, y se determinaron los tramos o estructuras tipo a ser modeladas a través del modelo de deterioro.

Tal como se viera en el Capítulo 2, las rutas pavimentadas no concesionadas acumulan un total de 14.393 km lineales, concentrando un total de 14.759 km de calzadas. Para los fines de la tramificación desarrollada, se supuso que los 14.759 km corresponden a calzadas simples, por lo que para su adaptación fue necesario dividir por 2 el TMDA asociado a las dobles calzadas, a objeto de representar la solicitud a la que están expuestas cada una de ellas. Cabe observar, que esta simplificación presenta un efecto menor en el análisis, toda vez que las dobles calzadas explican menos del 5% del total de la red no concesionada

Tramos de Asfalto

Para los caminos pavimentados de asfalto, se obtuvieron 460 combinaciones distintas de tipologías de caminos, las que concentran los 12.518 km de calzadas existentes (ver Cuadro N° 4.3). De las 460 combinaciones, se seleccionaron todas las que poseen una longitud igual o superior a los 8 km, determinándose así 279 tramos o estructuras tipo a modelar, las que concentran un total de 11.955 km con una representatividad del 95% del total. En el Cuadro N° 4.4 se muestran las 460 estructuras existentes, indicándose en la última columna las que fueron seleccionadas para modelación con HDM..

CUADRO N° 4.3: TOTAL DE COMBINACIONES Y TRAMOS DE ASFALTO A MODELAR

Región	Total de Combinaciones	Total de Km	Tramos a Modelar	Km a Modelar	% de Coberturas
1	49	1.465	41	1.433	98%
2	41	1.722	26	1.676	97%
3	41	1.008	24	944	94%
4	38	860	19	805	94%
5	40	735	20	682	93%
6	39	920	24	875	95%
7	37	1.051	22	1.005	96%
8	55	1.355	33	1.276	94%
9	30	1.098	18	1.081	98%
10	35	1.442	22	1.396	97%
11	8	120	5	107	89%
12	3	29	1	19	66%
13	44	715	24	657	92%
Total	460	12.518	279	11.955	95%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
1	ACC	Comunal	Medio	Bueno	14,0	SI
1	ACC	Comunal	Medio	Regular	12,5	SI
1	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	11,5	SI
1	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	36,4	SI
1	ACC	Nacional	Muy Alto	Malo	4,9	
1	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	17,1	SI
1	ACC	Nacional	Alto	Bueno	33,6	SI
1	ACC	Nacional	Alto	Regular	40,6	SI
1	ACC	Nacional	Medio	Bueno	153,9	SI
1	ACC	Nacional	Medio	Malo	23,2	SI
1	ACC	Nacional	Medio	Regular	53,5	SI
1	ACC	Nacional	Bajo	Bueno	10,0	SI
1	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	19,5	SI
1	ACC	Regional	Alto	Bueno	25,9	SI
1	ACC	Regional	Alto	Regular	18,5	SI
1	ACC	Regional	Medio	Bueno	44,4	SI
1	ACC	Regional	Bajo	Bueno	14,1	SI
1	ACG	Regional	Alto	Bueno	12,0	SI
1	AFA	Nacional	Alto	Bueno	10,1	SI
1	AFA	Nacional	Alto	Regular	11,5	SI
1	AFA	Nacional	Medio	Malo	18,4	SI
1	AFD	Comunal	Bajo	Regular	98,9	SI
1	AFD	Nacional	Muy Alto	Regular	14,8	SI
1	AFD	Nacional	Alto	Bueno	24,3	SI
1	AFD	Nacional	Alto	Regular	6,1	
1	AFD	Nacional	Medio	Bueno	27,6	SI
1	AFD	Nacional	Medio	Malo	47,5	SI
1	AFD	Nacional	Medio	Regular	111,9	SI
1	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	13,5	SI
1	AFD	Regional	Alto	Bueno	26,1	SI
1	AFD	Regional	Alto	Malo	6,0	
1	AFD	Regional	Bajo	Regular	18,5	SI
1	DTA	Comunal	Medio	Bueno	2,8	
1	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	34,7	SI
1	DTA	Comunal	Bajo	Malo	2,0	
1	DTA	Comunal	Bajo	Regular	44,3	SI
1	DTA	Nacional	Bajo	Bueno	28,8	SI
1	DTA	Nacional	Bajo	Malo	13,8	SI
1	DTA	Nacional	Bajo	Regular	34,7	SI
1	DTA	Regional	Alto	Bueno	4,1	
1	DTA	Regional	Medio	Regular	47,9	SI
1	DTA	Regional	Bajo	Regular	40,6	SI
1	TSS	Comunal	Bajo	Bueno	4,0	
1	TSS	Regional	Alto	Malo	15,2	SI
1	TSS	Regional	Medio	Bueno	2,2	
1	TSS	Regional	Medio	Regular	49,6	SI
1	TSS	Regional	Bajo	Bueno	14,8	SI
1	TSS	Regional	Bajo	Regular	130,4	SI
2	ACC	Comunal	Medio	Bueno	1,8	
2	ACC	Nacional	Alto	Bueno	91,9	SI
2	ACC	Nacional	Alto	Regular	81,0	SI
2	ACC	Nacional	Medio	Bueno	141,3	SI
2	ACC	Nacional	Medio	Regular	209,4	SI
2	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	135,7	SI
2	ACC	Regional	Muy Alto	Malo	1,0	
2	ACC	Regional	Alto	Bueno	65,6	SI
2	ACC	Regional	Medio	Bueno	29,9	SI
2	ACC	Regional	Bajo	Bueno	133,8	SI

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
2	ACC	Regional	Bajo	Regular	0,1	
2	ACD	Comunal	Muy Alto	Bueno	2,8	
2	ACD	Comunal	Bajo	Bueno	2,0	
2	ACD	Nacional	Muy Alto	Bueno	19,2	SI
2	ACD	Regional	Alto	Bueno	6,3	
2	ACD	Regional	Medio	Bueno	5,0	
2	AFA	Regional	Medio	Malo	24,0	SI
2	AFD	Comunal	Medio	Bueno	2,0	
2	AFD	Comunal	Bajo	Bueno	2,0	
2	AFD	Comunal	Bajo	Malo	11,7	SI
2	AFD	Comunal	Bajo	Regular	3,8	
2	AFD	Nacional	Muy Alto	Bueno	36,6	SI
2	AFD	Nacional	Alto	Bueno	50,3	SI
2	AFD	Nacional	Medio	Bueno	1,7	
2	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	11,1	SI
2	AFD	Regional	Medio	Bueno	4,2	
2	AFD	Regional	Medio	Malo	10,3	SI
2	AFD	Regional	Medio	Regular	42,3	SI
2	AFD	Regional	Bajo	Malo	8,0	SI
2	AFD	Regional	Bajo	Regular	5,9	
2	DTA	Comunal	Medio	Bueno	17,6	SI
2	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	19,8	SI
2	DTA	Comunal	Bajo	Malo	3,0	
2	DTA	Comunal	Bajo	Regular	4,4	
2	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	14,0	SI
2	DTA	Regional	Alto	Bueno	85,2	SI
2	DTA	Regional	Alto	Regular	16,0	SI
2	DTA	Regional	Medio	Bueno	186,3	SI
2	DTA	Regional	Medio	Regular	136,1	SI
2	DTA	Regional	Bajo	Bueno	86,3	SI
2	DTA	Regional	Bajo	Regular	12,3	SI
3	ACC	Comunal	Alto	Malo	3,9	
3	ACC	Comunal	Medio	Bueno	7,4	
3	ACC	Comunal	Medio	Regular	12,7	SI
3	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	3,5	
3	ACC	Comunal	Bajo	Malo	2,8	
3	ACC	Comunal	Bajo	Regular	23,1	SI
3	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	37,3	SI
3	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	1,5	
3	ACC	Nacional	Alto	Bueno	236,4	SI
3	ACC	Nacional	Alto	Regular	7,0	
3	ACC	Nacional	Medio	Bueno	19,5	SI
3	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	12,8	SI
3	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	3,6	
3	ACC	Regional	Alto	Bueno	13,6	SI
3	ACC	Regional	Medio	Bueno	36,3	SI
3	ACC	Regional	Medio	Regular	15,5	SI
3	ACC	Regional	Bajo	Regular	1,9	
3	AFD	Comunal	Bajo	Regular	1,5	
3	AFD	Nacional	Muy Alto	Bueno	6,8	
3	AFD	Nacional	Alto	Bueno	66,9	SI
3	AFD	Nacional	Alto	Malo	30,9	SI
3	AFD	Nacional	Medio	Regular	8,2	SI
3	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	13,0	SI
3	AFD	Regional	Alto	Bueno	42,5	SI
3	AFD	Regional	Alto	Regular	1,4	
3	AFD	Regional	Medio	Bueno	45,6	SI

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
3	AFD	Regional	Medio	Regular	55,4	SI
3	AFD	Regional	Bajo	Bueno	1,1	
3	DTA	Comunal	Medio	Bueno	4,5	
3	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	10,0	SI
3	DTA	Comunal	Bajo	Regular	3,9	
3	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	6,4	
3	DTA	Nacional	Alto	Bueno	4,7	
3	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	15,8	SI
3	DTA	Regional	Alto	Malo	8,6	SI
3	DTA	Regional	Alto	Regular	11,4	SI
3	DTA	Regional	Medio	Bueno	78,9	SI
3	DTA	Regional	Medio	Malo	1,8	
3	DTA	Regional	Medio	Regular	81,3	SI
4	ACC	Comunal	Muy Alto	Bueno	5,8	
4	ACC	Comunal	Muy Alto	Regular	0,2	
4	ACC	Comunal	Medio	Bueno	0,5	
4	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	6,6	
4	ACC	Nacional	Muy Alto	Malo	0,8	
4	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	38,9	SI
4	ACC	Nacional	Alto	Bueno	12,3	SI
4	ACC	Nacional	Alto	Regular	34,1	SI
4	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	111,2	SI
4	ACC	Regional	Alto	Bueno	41,7	SI
4	ACC	Regional	Medio	Bueno	19,0	SI
4	AFD	Comunal	Muy Alto	Bueno	0,4	
4	AFD	Comunal	Muy Alto	Regular	0,9	
4	AFD	Comunal	Medio	Bueno	2,4	
4	AFD	Comunal	Medio	Malo	0,7	
4	AFD	Comunal	Medio	Regular	2,3	
4	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	21,9	SI
4	AFD	Regional	Muy Alto	Malo	8,1	SI
4	AFD	Regional	Muy Alto	Regular	16,7	SI
4	AFD	Regional	Alto	Bueno	7,6	
4	AFD	Regional	Alto	Malo	2,4	
4	AFD	Regional	Alto	Regular	8,8	SI
4	DTA	Comunal	Muy Alto	Bueno	4,5	
4	DTA	Comunal	Alto	Bueno	13,8	SI
4	DTA	Comunal	Medio	Bueno	83,7	SI
4	DTA	Comunal	Medio	Regular	4,4	
4	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	38,7	SI
4	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	2,0	
4	DTA	Regional	Muy Alto	Malo	6,6	
4	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	1,0	
4	DTA	Regional	Alto	Bueno	59,1	SI
4	DTA	Regional	Alto	Malo	21,1	SI
4	DTA	Regional	Alto	Regular	43,9	SI
4	DTA	Regional	Medio	Bueno	131,0	SI
4	DTA	Regional	Medio	Regular	0,6	
4	DTA	Regional	Bajo	Bueno	65,1	SI
4	DTA	Regional	Bajo	Regular	35,6	SI
5	ACA	Nacional	Alto	Bueno	9,5	SI
5	ACC	Comunal	Muy Alto	Bueno	2,7	
5	ACC	Comunal	Alto	Bueno	1,1	
5	ACC	Comunal	Medio	Bueno	27,2	SI
5	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	0,7	
5	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	61,6	SI
5	ACC	Nacional	Alto	Bueno	19,4	SI

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
5	ACC	Nacional	Alto	Regular	1,3	
5	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	112,4	SI
5	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	12,8	SI
5	ACC	Regional	Alto	Bueno	38,0	SI
5	ACC	Regional	Medio	Bueno	30,3	SI
5	ACC	Regional	Medio	Malo	1,6	
5	ACC	Regional	Medio	Regular	4,8	
5	ACD	Regional	Muy Alto	Bueno	5,4	
5	AFA	Regional	Alto	Bueno	2,7	
5	AFD	Comunal	Muy Alto	Malo	3,8	
5	AFD	Comunal	Medio	Malo	8,1	SI
5	AFD	Comunal	Bajo	Malo	9,5	SI
5	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	69,0	SI
5	AFD	Regional	Muy Alto	Malo	6,1	
5	AFD	Regional	Alto	Malo	1,9	
5	AFD	Regional	Alto	Regular	3,7	
5	AFD	Regional	Medio	Bueno	29,1	SI
5	DTA	Comunal	Muy Alto	Bueno	1,4	
5	DTA	Comunal	Alto	Bueno	3,9	
5	DTA	Comunal	Alto	Regular	2,2	
5	DTA	Comunal	Medio	Bueno	26,7	SI
5	DTA	Comunal	Medio	Regular	9,5	SI
5	DTA	Comunal	Bajo	Malo	0,7	
5	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	10,9	SI
5	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	31,9	SI
5	DTA	Regional	Muy Alto	Malo	3,1	
5	DTA	Regional	Alto	Bueno	79,0	SI
5	DTA	Regional	Medio	Bueno	59,7	SI
5	DTA	Regional	Medio	Malo	3,7	
5	ECC	Nacional	Muy Alto	Bueno	17,7	SI
5	TSS	Comunal	Alto	Malo	1,4	
5	TSS	Comunal	Medio	Bueno	19,9	SI
5	TSS	Comunal	Medio	Malo	0,8	
6	ACC	Comunal	Muy Alto	Bueno	2,0	
6	ACC	Comunal	Muy Alto	Regular	1,7	
6	ACC	Comunal	Alto	Malo	0,8	
6	ACC	Comunal	Medio	Bueno	10,4	SI
6	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	20,4	SI
6	ACC	Comunal	Bajo	Malo	0,7	
6	ACC	Comunal	Bajo	Regular	2,5	
6	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	7,2	
6	ACC	Nacional	Muy Alto	Malo	1,8	
6	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	23,4	SI
6	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	7,7	
6	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	23,7	SI
6	ACC	Regional	Alto	Bueno	8,5	SI
6	ACC	Regional	Medio	Bueno	59,7	SI
6	ACD	Comunal	Medio	Bueno	11,6	SI
6	AFA	Regional	Medio	Bueno	0,5	
6	AFD	Regional	Alto	Regular	4,0	
6	DTA	Comunal	Muy Alto	Bueno	18,4	SI
6	DTA	Comunal	Muy Alto	Malo	3,6	
6	DTA	Comunal	Muy Alto	Regular	1,2	
6	DTA	Comunal	Alto	Bueno	43,0	SI
6	DTA	Comunal	Alto	Regular	12,8	SI
6	DTA	Comunal	Medio	Bueno	49,9	SI
6	DTA	Comunal	Medio	Malo	3,6	

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
6	DTA	Comunal	Medio	Regular	51,9	SI
6	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	20,9	SI
6	DTA	Comunal	Bajo	Regular	8,7	SI
6	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	13,9	SI
6	DTA	Nacional	Muy Alto	Regular	10,7	SI
6	DTA	Nacional	Alto	Regular	18,7	SI
6	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	16,0	SI
6	DTA	Regional	Muy Alto	Malo	1,6	
6	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	64,2	SI
6	DTA	Regional	Alto	Bueno	123,3	SI
6	DTA	Regional	Alto	Malo	23,9	SI
6	DTA	Regional	Alto	Regular	103,2	SI
6	DTA	Regional	Medio	Bueno	107,0	SI
6	DTA	Regional	Medio	Malo	6,1	
6	DTA	Regional	Medio	Regular	30,9	SI
7	ACA	Regional	Alto	Bueno	4,7	
7	ACC	Comunal	Alto	Bueno	22,5	SI
7	ACC	Comunal	Medio	Bueno	66,4	SI
7	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	1,9	
7	ACC	Comunal	Bajo	Regular	3,6	
7	ACC	Nacional	Alto	Bueno	23,9	SI
7	ACC	Nacional	Alto	Regular	2,3	
7	ACC	Nacional	Medio	Bueno	9,7	SI
7	ACC	Nacional	Medio	Regular	1,6	
7	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	40,4	SI
7	ACC	Regional	Muy Alto	Malo	3,6	
7	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	0,4	
7	ACC	Regional	Alto	Bueno	88,9	SI
7	ACC	Regional	Alto	Malo	9,7	SI
7	ACC	Regional	Alto	Regular	20,8	SI
7	ACC	Regional	Medio	Bueno	101,8	SI
7	AFD	Regional	Muy Alto	Regular	9,3	SI
7	AFD	Regional	Alto	Bueno	3,7	
7	DTA	Comunal	Alto	Bueno	2,6	
7	DTA	Comunal	Alto	Regular	4,0	
7	DTA	Comunal	Medio	Bueno	46,6	SI
7	DTA	Comunal	Medio	Malo	10,4	SI
7	DTA	Comunal	Medio	Regular	3,9	
7	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	11,5	SI
7	DTA	Comunal	Bajo	Regular	1,5	
7	DTA	Nacional	Alto	Bueno	9,5	SI
7	DTA	Nacional	Alto	Malo	3,0	
7	DTA	Nacional	Alto	Regular	2,5	
7	DTA	Nacional	Medio	Bueno	23,5	SI
7	DTA	Nacional	Medio	Regular	9,7	SI
7	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	39,2	SI
7	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	6,9	
7	DTA	Regional	Alto	Bueno	182,8	SI
7	DTA	Regional	Alto	Malo	20,8	SI
7	DTA	Regional	Alto	Regular	85,5	SI
7	DTA	Regional	Medio	Bueno	134,8	SI
7	DTA	Regional	Medio	Regular	37,6	SI
8	ACC	Comunal	Muy Alto	Bueno	2,4	
8	ACC	Comunal	Alto	Bueno	10,2	SI
8	ACC	Comunal	Alto	Regular	12,0	SI
8	ACC	Comunal	Medio	Bueno	32,9	SI
8	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	7,4	

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
8	ACC	Comunal	Bajo	Malo	2,0	
8	ACC	Comunal	Bajo	Regular	0,9	
8	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	45,3	SI
8	ACC	Nacional	Muy Alto	Malo	9,8	SI
8	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	6,6	
8	ACC	Nacional	Alto	Bueno	36,3	SI
8	ACC	Nacional	Alto	Malo	1,2	
8	ACC	Nacional	Alto	Regular	22,9	SI
8	ACC	Nacional	Medio	Bueno	2,8	
8	ACC	Nacional	Medio	Malo	8,7	SI
8	ACC	Nacional	Medio	Regular	3,3	
8	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	204,4	SI
8	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	6,0	
8	ACC	Regional	Alto	Bueno	56,9	SI
8	ACC	Regional	Alto	Malo	1,3	
8	ACC	Regional	Alto	Regular	30,0	SI
8	ACC	Regional	Medio	Bueno	52,4	SI
8	ACC	Regional	Medio	Regular	23,4	SI
8	ACC	Regional	Bajo	Regular	0,8	
8	AFD	Comunal	Medio	Regular	8,4	SI
8	AFD	Comunal	Bajo	Bueno	3,7	
8	AFD	Regional	Muy Alto	Malo	2,0	
8	AFD	Regional	Alto	Bueno	19,1	SI
8	AFD	Regional	Alto	Regular	0,3	
8	AFD	Regional	Medio	Bueno	6,9	
8	AFD	Regional	Medio	Malo	6,7	
8	AFD	Regional	Medio	Regular	20,6	SI
8	DTA	Comunal	Muy Alto	Bueno	8,2	SI
8	DTA	Comunal	Alto	Bueno	14,1	SI
8	DTA	Comunal	Alto	Malo	2,0	
8	DTA	Comunal	Alto	Regular	17,9	SI
8	DTA	Comunal	Medio	Bueno	39,3	SI
8	DTA	Comunal	Medio	Regular	9,2	SI
8	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	13,2	SI
8	DTA	Comunal	Bajo	Regular	12,3	SI
8	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	1,4	
8	DTA	Nacional	Muy Alto	Regular	18,0	SI
8	DTA	Nacional	Alto	Bueno	15,2	SI
8	DTA	Nacional	Medio	Regular	15,7	SI
8	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	36,1	SI
8	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	16,8	SI
8	DTA	Regional	Alto	Bueno	226,8	SI
8	DTA	Regional	Alto	Malo	5,0	
8	DTA	Regional	Alto	Regular	55,2	SI
8	DTA	Regional	Medio	Bueno	45,4	SI
8	DTA	Regional	Medio	Malo	6,1	
8	DTA	Regional	Medio	Regular	123,3	SI
8	DTA	Regional	Bajo	Regular	6,8	
8	DTE	Comunal	Medio	Malo	16,5	SI
8	ECC	Regional	Alto	Bueno	3,0	
9	ACC	Comunal	Medio	Bueno	29,2	SI
9	ACC	Comunal	Medio	Regular	1,2	
9	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	11,1	SI
9	ACC	Comunal	Bajo	Malo	0,6	
9	ACC	Nacional	Medio	Bueno	2,6	
9	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	1,6	
9	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	84,0	SI

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
9	ACC	Regional	Alto	Bueno	21,5	SI
9	ACC	Regional	Alto	Regular	172,5	SI
9	ACC	Regional	Medio	Bueno	104,6	SI
9	ACC	Regional	Medio	Regular	30,0	SI
9	ACC	Regional	Bajo	Bueno	73,9	SI
9	ACD	Comunal	Medio	Bueno	10,0	SI
9	AFD	Comunal	Alto	Regular	0,3	
9	AFD	Comunal	Bajo	Malo	0,5	
9	AFD	Regional	Muy Alto	Malo	4,2	
9	DTA	Comunal	Alto	Regular	16,4	SI
9	DTA	Comunal	Medio	Bueno	48,4	SI
9	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	11,9	SI
9	DTA	Regional	Muy Alto	Malo	16,4	SI
9	DTA	Regional	Alto	Bueno	151,5	SI
9	DTA	Regional	Alto	Malo	0,4	
9	DTA	Regional	Alto	Regular	22,5	SI
9	DTA	Regional	Medio	Bueno	230,6	SI
9	DTA	Regional	Medio	Malo	1,0	
9	DTA	Regional	Medio	Regular	36,8	SI
9	DTA	Regional	Bajo	Bueno	0,7	
9	DTE	Comunal	Bajo	Bueno	10,3	SI
9	ECC	Regional	Alto	Bueno	0,3	
9	ECC	Regional	Alto	Regular	3,5	
10	ACA	Regional	Alto	Bueno	4,6	
10	ACC	Comunal	Medio	Bueno	15,9	SI
10	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	16,3	SI
10	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	69,0	SI
10	ACC	Nacional	Alto	Bueno	76,4	SI
10	ACC	Nacional	Alto	Regular	3,4	
10	ACC	Nacional	Medio	Bueno	24,8	SI
10	ACC	Nacional	Medio	Regular	12,5	SI
10	ACC	Nacional	Bajo	Bueno	0,7	
10	ACC	Nacional	Bajo	Regular	1,5	
10	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	30,2	SI
10	ACC	Regional	Alto	Bueno	86,4	SI
10	ACC	Regional	Alto	Regular	33,7	SI
10	ACC	Regional	Medio	Bueno	14,0	SI
10	AFD	Nacional	Medio	Bueno	15,4	SI
10	AFD	Regional	Alto	Bueno	10,7	SI
10	DTA	Comunal	Alto	Malo	4,3	
10	DTA	Comunal	Alto	Regular	5,4	
10	DTA	Comunal	Medio	Bueno	92,3	SI
10	DTA	Comunal	Medio	Malo	7,9	
10	DTA	Comunal	Medio	Regular	6,2	
10	DTA	Comunal	Bajo	Malo	0,7	
10	DTA	Nacional	Muy Alto	Regular	2,7	
10	DTA	Nacional	Alto	Bueno	34,2	SI
10	DTA	Nacional	Medio	Bueno	34,4	SI
10	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	5,1	
10	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	8,9	SI
10	DTA	Regional	Alto	Bueno	103,6	SI
10	DTA	Regional	Alto	Malo	0,7	
10	DTA	Regional	Alto	Regular	83,3	SI
10	DTA	Regional	Medio	Bueno	277,8	SI
10	DTA	Regional	Medio	Regular	313,5	SI
10	DTA	Regional	Bajo	Bueno	3,4	
10	DTA	Regional	Bajo	Regular	25,0	SI

CUADRO N° 4.4: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE ASFALTO

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
10	DTE	Regional	Medio	Regular	17,4	SI
11	ACC	Nacional	Alto	Bueno	13,2	SI
11	ACC	Nacional	Alto	Regular	2,2	
11	ACC	Nacional	Medio	Bueno	19,6	SI
11	ACC	Nacional	Medio	Regular	25,3	SI
11	ACC	Nacional	Bajo	Bueno	17,8	SI
11	ACC	Regional	Medio	Regular	5,3	
11	ECC	Nacional	Bajo	Bueno	31,0	SI
11	ECC	Nacional	Bajo	Regular	5,5	
12	ACC	Nacional	Medio	Regular	7,9	
12	ACC	Regional	Medio	Bueno	2,0	
12	ACC	Regional	Medio	Regular	19,0	SI
13	ACC	Comunal	Muy Alto	Regular	3,1	
13	ACC	Comunal	Alto	Bueno	9,4	SI
13	ACC	Comunal	Medio	Bueno	17,6	SI
13	ACC	Comunal	Medio	Regular	16,8	SI
13	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	1,8	
13	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	27,1	SI
13	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	48,0	SI
13	ACC	Regional	Muy Alto	Malo	2,8	
13	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	90,1	SI
13	ACC	Regional	Alto	Bueno	14,1	SI
13	ACC	Regional	Alto	Regular	15,1	SI
13	ACC	Regional	Medio	Bueno	8,1	SI
13	ACC	Regional	Medio	Malo	0,1	
13	ACC	Regional	Medio	Regular	1,9	
13	ACD	Comunal	Muy Alto	Regular	3,3	
13	ACD	Comunal	Alto	Bueno	7,0	
13	ACD	Comunal	Alto	Regular	6,0	
13	ACD	Comunal	Medio	Bueno	5,8	
13	ACD	Comunal	Bajo	Regular	2,7	
13	ACD	Regional	Muy Alto	Regular	9,8	SI
13	ACD	Regional	Alto	Bueno	12,1	SI
13	ACD	Regional	Medio	Bueno	1,0	
13	ACD	Regional	Medio	Regular	15,0	SI
13	DTA	Comunal	Muy Alto	Malo	29,5	SI
13	DTA	Comunal	Muy Alto	Regular	1,3	
13	DTA	Comunal	Alto	Bueno	8,0	SI
13	DTA	Comunal	Alto	Malo	1,3	
13	DTA	Comunal	Alto	Regular	11,5	SI
13	DTA	Comunal	Medio	Bueno	69,1	SI
13	DTA	Comunal	Medio	Regular	27,8	SI
13	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	11,1	SI
13	DTA	Comunal	Bajo	Malo	3,8	
13	DTA	Comunal	Bajo	Regular	1,2	
13	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	17,6	SI
13	DTA	Nacional	Medio	Bueno	9,8	SI
13	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	84,3	SI
13	DTA	Regional	Muy Alto	Malo	5,2	
13	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	0,9	
13	DTA	Regional	Alto	Bueno	65,7	SI
13	DTA	Regional	Alto	Regular	5,9	
13	DTA	Regional	Medio	Bueno	17,6	SI
13	DTA	Regional	Medio	Malo	1,4	
13	DTA	Regional	Medio	Regular	21,4	SI
13	TSS	Regional	Alto	Regular	2,2	
Total Caminos de Asfalto					12.518	11.955

Fuente: Elaboración propia.

Tramos de Hormigón

En los caminos de hormigón se obtuvo un total de 165 combinaciones distintas según región, estructura, nivel de tránsito y estado, seleccionándose para la modelación con HDM, los tramos de longitud igual o superior a los 8 km. Resultaron 66 tramos que cumplieron con dicha restricción de longitud, los que concentran un total de 1.937 km de calzada, con una representatividad del 86% de los km de hormigón.

CUADRO N° 4.5: TOTAL DE COMBINACIONES Y TRAMOS DE HORMIGÓN A MODELAR

Región	Total de Combinaciones	Total de Km	Tramos a Modelar	Km a Modelar	% de Coberturas
1	2	5	0	0	0%
2	1	1	0	0	0%
3	1	4	0	0	0%
4	9	62	3	54	87%
5	22	263	8	219	83%
6	18	121	4	85	71%
7	15	159	4	131	82%
8	22	322	10	283	88%
9	18	143	7	108	75%
10	21	302	10	259	86%
11	6	158	5	153	97%
12	11	445	7	433	97%
13	19	254	8	211	83%
Total	165	2.241	66	1.937	86%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro siguiente se muestran las 165 combinaciones distintas de tramos de caminos de hormigón, junto a la propuesta de modelación de modelación con HDM.

CUADRO N° 4.6: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE HORMIGÓN

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
1	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	3,8	
1	HOR	Nacional	Alto	Bueno	1,4	
2	HOR	Regional	Medio	Regular	0,8	
3	HOR	Comunal	Medio	Malo	4,4	
4	HOR	Comunal	Muy Alto	Malo	1,2	
4	HOR	Comunal	Muy Alto	Regular	1,7	
4	HOR	Comunal	Medio	Bueno	0,5	
4	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	0,8	
4	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	26,1	SI
4	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	0,4	
4	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	16,1	SI
4	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	11,8	SI
4	HOR	Regional	Alto	Regular	3,9	
5	HAR	Nacional	Alto	Regular	4,1	
5	HOR	Comunal	Muy Alto	Bueno	0,3	
5	HOR	Comunal	Muy Alto	Regular	0,8	
5	HOR	Comunal	Alto	Bueno	0,3	
5	HOR	Comunal	Alto	Regular	5,6	

CUADRO N° 4.6: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE HORMIGÓN

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpetas	Km de Calzada	Modelable
5	HOR	Comunal	Medio	Bueno	7,6	
5	HOR	Comunal	Medio	Malo	2,6	
5	HOR	Comunal	Medio	Regular	6,2	
5	HOR	Comunal	Bajo	Regular	35,3	SI
5	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	5,1	
5	HOR	Nacional	Muy Alto	Malo	27,3	SI
5	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	33,0	SI
5	HOR	Nacional	Alto	Bueno	13,1	SI
5	HOR	Nacional	Alto	Malo	2,8	
5	HOR	Nacional	Alto	Regular	3,4	
5	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	57,8	SI
5	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	2,6	
5	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	31,6	SI
5	HOR	Regional	Alto	Bueno	8,8	SI
5	HOR	Regional	Alto	Regular	1,1	
5	HOR	Regional	Medio	Malo	1,9	
5	HOR	Regional	Medio	Regular	11,9	SI
6	HOR	Comunal	Muy Alto	Bueno	4,8	
6	HOR	Comunal	Muy Alto	Regular	1,9	
6	HOR	Comunal	Alto	Bueno	3,4	
6	HOR	Comunal	Alto	Malo	0,7	
6	HOR	Comunal	Medio	Bueno	1,8	
6	HOR	Comunal	Medio	Malo	4,5	
6	HOR	Comunal	Medio	Regular	4,6	
6	HOR	Comunal	Bajo	Bueno	4,0	
6	HOR	Comunal	Bajo	Malo	3,0	
6	HOR	Comunal	Bajo	Regular	2,1	
6	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	0,3	
6	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	1,5	
6	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	18,5	SI
6	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	39,1	SI
6	HOR	Regional	Alto	Bueno	0,3	
6	HOR	Regional	Alto	Malo	18,4	SI
6	HOR	Regional	Alto	Regular	9,4	SI
6	HOR	Regional	Medio	Malo	2,2	
7	HOR	Comunal	Muy Alto	Regular	0,5	
7	HOR	Comunal	Alto	Regular	2,5	
7	HOR	Comunal	Medio	Bueno	3,5	
7	HOR	Comunal	Medio	Malo	5,1	
7	HOR	Comunal	Medio	Regular	1,4	
7	HOR	Comunal	Bajo	Regular	2,9	
7	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	22,2	SI
7	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	26,9	SI
7	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	33,1	SI
7	HOR	Regional	Alto	Bueno	4,4	
7	HOR	Regional	Alto	Malo	3,8	
7	HOR	Regional	Alto	Regular	48,8	SI
7	HOR	Regional	Medio	Bueno	2,4	
7	HOR	Regional	Medio	Malo	1,6	
7	HOR	Regional	Medio	Regular	0,1	
8	HDT	Regional	Muy Alto	Bueno	8,4	SI
8	HDT	Regional	Alto	Bueno	2,7	
8	HOR	Comunal	Muy Alto	Bueno	1,3	
8	HOR	Comunal	Alto	Bueno	2,7	
8	HOR	Comunal	Alto	Regular	4,0	
8	HOR	Comunal	Medio	Bueno	1,9	
8	HOR	Comunal	Bajo	Bueno	2,1	

CUADRO N° 4.6: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE HORMIGÓN

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
8	HOR	Comunal	Bajo	Malo	6,4	
8	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	10,9	SI
8	HOR	Nacional	Muy Alto	Malo	27,0	SI
8	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	38,9	SI
8	HOR	Nacional	Alto	Bueno	6,7	
8	HOR	Nacional	Alto	Malo	6,1	
8	HOR	Nacional	Alto	Regular	12,4	SI
8	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	78,0	SI
8	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	26,2	SI
8	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	42,8	SI
8	HOR	Regional	Alto	Bueno	22,9	SI
8	HOR	Regional	Alto	Regular	15,3	SI
8	HOR	Regional	Medio	Bueno	1,5	
8	HOR	Regional	Medio	Malo	0,7	
8	HOR	Regional	Medio	Regular	3,6	
9	HDT	Comunal	Alto	Bueno	6,8	
9	HDT	Comunal	Alto	Malo	1,0	
9	HDT	Comunal	Alto	Regular	4,8	
9	HOR	Comunal	Alto	Bueno	9,9	SI
9	HOR	Comunal	Alto	Malo	6,6	
9	HOR	Comunal	Medio	Bueno	3,0	
9	HOR	Comunal	Medio	Regular	0,5	
9	HOR	Comunal	Bajo	Regular	1,5	
9	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	20,9	SI
9	HOR	Nacional	Muy Alto	Malo	12,5	SI
9	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	14,3	SI
9	HOR	Regional	Alto	Bueno	2,2	
9	HOR	Regional	Alto	Malo	1,0	
9	HOR	Regional	Alto	Regular	8,5	SI
9	HOR	Regional	Medio	Bueno	7,6	
9	HOR	Regional	Medio	Malo	28,8	SI
9	HOR	Regional	Medio	Regular	13,1	SI
9	HRF	Comunal	Bajo	Bueno	0,3	
10	HOR	Comunal	Alto	Bueno	0,3	
10	HOR	Comunal	Alto	Regular	6,8	
10	HOR	Comunal	Medio	Bueno	4,7	
10	HOR	Comunal	Medio	Regular	7,6	
10	HOR	Comunal	Bajo	Bueno	1,7	
10	HOR	Comunal	Bajo	Regular	4,7	
10	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	53,7	SI
10	HOR	Nacional	Muy Alto	Malo	1,9	
10	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	18,8	SI
10	HOR	Nacional	Alto	Bueno	77,6	SI
10	HOR	Nacional	Alto	Regular	11,5	SI
10	HOR	Nacional	Bajo	Regular	0,5	
10	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	12,0	SI
10	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	13,9	SI
10	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	17,2	SI
10	HOR	Regional	Alto	Bueno	16,2	SI
10	HOR	Regional	Alto	Malo	6,9	
10	HOR	Regional	Alto	Regular	19,9	SI
10	HOR	Regional	Medio	Bueno	3,7	
10	HOR	Regional	Medio	Regular	18,5	SI
10	HOR	Regional	Bajo	Regular	4,1	
11	HOR	Nacional	Alto	Bueno	56,9	SI
11	HOR	Nacional	Alto	Regular	26,2	SI
11	HOR	Nacional	Medio	Regular	8,6	SI

CUADRO N° 4.6: TRAMIFICACIÓN DE CALZADAS DE HORMIGÓN

Región	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km de Calzada	Modelable
11	HOR	Nacional	Bajo	Bueno	37,9	SI
11	HOR	Regional	Medio	Bueno	23,7	SI
11	HOR	Regional	Medio	Regular	4,4	
12	HDT	Regional	Muy Alto	Bueno	4,5	
12	HOR	Comunal	Bajo	Regular	2,8	
12	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	12,0	SI
12	HOR	Nacional	Alto	Bueno	8,4	SI
12	HOR	Nacional	Medio	Bueno	200,8	SI
12	HOR	Nacional	Medio	Regular	27,3	SI
12	HOR	Nacional	Bajo	Bueno	40,0	SI
12	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	3,5	
12	HOR	Regional	Alto	Regular	1,3	
12	HOR	Regional	Medio	Bueno	131,3	SI
12	HOR	Regional	Bajo	Bueno	13,7	SI
13	HOR	Comunal	Muy Alto	Malo	8,9	SI
13	HOR	Comunal	Alto	Regular	1,0	
13	HOR	Comunal	Medio	Bueno	14,7	SI
13	HOR	Comunal	Medio	Malo	3,1	
13	HOR	Comunal	Medio	Regular	9,9	SI
13	HOR	Comunal	Bajo	Malo	3,8	
13	HOR	Comunal	Bajo	Regular	5,6	
13	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	1,0	
13	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	28,9	SI
13	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	25,9	SI
13	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	3,1	
13	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	97,1	SI
13	HOR	Regional	Alto	Bueno	3,2	
13	HOR	Regional	Alto	Malo	5,6	
13	HOR	Regional	Alto	Regular	10,7	SI
13	HOR	Regional	Medio	Bueno	6,4	
13	HOR	Regional	Medio	Malo	5,7	
13	HOR	Regional	Medio	Regular	5,3	
13	HRF	Nacional	Muy Alto	Regular	14,7	SI
Total Caminos de Hormigón					2.241	1.937

Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, para el caso de las rutas pavimentadas no concesionadas (asfalto y hormigón), se seleccionaron un total de 345 tramos distintos de caminos, los que concentran 13.891 km de calzadas, correspondientes al 94% de total del país (14.759 km). En el cuadro siguiente se presentan dichas estructuras tipo, junto al código definido para la modelación.

CUADRO N° 4.7: TIPOLOGÍAS DE CAMINOS PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Calzada	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km
1	A001-R01	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	14,0
1	A002-R01	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Regular	12,5
1	A003-R01	Asfalto	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	11,5
1	A004-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	36,4
1	A005-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	17,1
1	A006-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	33,6
1	A007-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Regular	40,6

CUADRO N° 4.7: TIPOLOGÍAS DE CAMINOS PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Calzada	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km
1	A008-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Bueno	153,9
1	A009-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Malo	23,2
1	A010-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Regular	53,5
1	A011-R01	Asfalto	ACC	Nacional	Bajo	Bueno	10,0
1	A012-R01	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	19,5
1	A013-R01	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	25,9
1	A014-R01	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Regular	18,5
1	A015-R01	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	44,4
1	A016-R01	Asfalto	ACC	Regional	Bajo	Bueno	14,1
1	A017-R01	Asfalto	ACG	Regional	Alto	Bueno	12,0
1	A018-R01	Asfalto	AFA	Nacional	Alto	Bueno	10,1
1	A019-R01	Asfalto	AFA	Nacional	Alto	Regular	11,5
1	A020-R01	Asfalto	AFA	Nacional	Medio	Malo	18,4
1	A021-R01	Asfalto	AFD	Comunal	Bajo	Regular	98,9
1	A022-R01	Asfalto	AFD	Nacional	Muy Alto	Regular	14,8
1	A023-R01	Asfalto	AFD	Nacional	Alto	Bueno	24,3
1	A024-R01	Asfalto	AFD	Nacional	Medio	Bueno	27,6
1	A025-R01	Asfalto	AFD	Nacional	Medio	Malo	47,5
1	A026-R01	Asfalto	AFD	Nacional	Medio	Regular	111,9
1	A027-R01	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	13,5
1	A028-R01	Asfalto	AFD	Regional	Alto	Bueno	26,1
1	A029-R01	Asfalto	AFD	Regional	Medio	Regular	14,4
1	A030-R01	Asfalto	AFD	Regional	Bajo	Regular	18,5
1	A031-R01	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	34,7
1	A032-R01	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Regular	44,3
1	A033-R01	Asfalto	DTA	Nacional	Bajo	Bueno	28,8
1	A034-R01	Asfalto	DTA	Nacional	Bajo	Malo	13,8
1	A035-R01	Asfalto	DTA	Nacional	Bajo	Regular	34,7
1	A036-R01	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	47,9
1	A037-R01	Asfalto	DTA	Regional	Bajo	Regular	40,6
1	A038-R01	Asfalto	TSS	Regional	Alto	Malo	15,2
1	A039-R01	Asfalto	TSS	Regional	Medio	Regular	49,6
1	A040-R01	Asfalto	TSS	Regional	Bajo	Bueno	14,8
1	A041-R01	Asfalto	TSS	Regional	Bajo	Regular	130,4
2	A042-R02	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	91,9
2	A043-R02	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Regular	81,0
2	A044-R02	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Bueno	141,3
2	A045-R02	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Regular	209,4
2	A046-R02	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	135,7
2	A047-R02	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	65,6
2	A048-R02	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	29,9
2	A049-R02	Asfalto	ACC	Regional	Bajo	Bueno	133,8
2	A050-R02	Asfalto	ACD	Nacional	Muy Alto	Bueno	19,2
2	A051-R02	Asfalto	AFA	Regional	Medio	Malo	24,0
2	A052-R02	Asfalto	AFD	Comunal	Bajo	Malo	11,7
2	A053-R02	Asfalto	AFD	Nacional	Muy Alto	Bueno	36,6
2	A054-R02	Asfalto	AFD	Nacional	Alto	Bueno	50,3
2	A055-R02	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	11,1
2	A056-R02	Asfalto	AFD	Regional	Medio	Malo	10,3
2	A057-R02	Asfalto	AFD	Regional	Medio	Regular	42,3
2	A058-R02	Asfalto	AFD	Regional	Bajo	Malo	8,0
2	A059-R02	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	17,6
2	A060-R02	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	19,8
2	A061-R02	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	14,0
2	A062-R02	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	85,2
2	A063-R02	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	16,0
2	A064-R02	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	186,3

CUADRO N° 4.7: TIPOLOGÍAS DE CAMINOS PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Calzada	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km
2	A065-R02	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	136,1
2	A066-R02	Asfalto	DTA	Regional	Bajo	Bueno	86,3
2	A067-R02	Asfalto	DTA	Regional	Bajo	Regular	12,3
3	A068-R03	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Regular	12,7
3	A069-R03	Asfalto	ACC	Comunal	Bajo	Regular	23,1
3	A070-R03	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	37,3
3	A071-R03	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	236,4
3	A072-R03	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Bueno	19,5
3	A073-R03	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	12,8
3	A074-R03	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	13,6
3	A075-R03	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	36,3
3	A076-R03	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Regular	15,5
3	A077-R03	Asfalto	AFD	Nacional	Alto	Bueno	66,9
3	A078-R03	Asfalto	AFD	Nacional	Alto	Malo	30,9
3	A079-R03	Asfalto	AFD	Nacional	Alto	Regular	49,9
3	A080-R03	Asfalto	AFD	Nacional	Medio	Bueno	18,0
3	A081-R03	Asfalto	AFD	Nacional	Medio	Regular	8,2
3	A082-R03	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	13,0
3	A083-R03	Asfalto	AFD	Regional	Alto	Bueno	42,5
3	A084-R03	Asfalto	AFD	Regional	Medio	Bueno	45,6
3	A085-R03	Asfalto	AFD	Regional	Medio	Regular	55,4
3	A086-R03	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	10,0
3	A087-R03	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	15,8
3	A088-R03	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Malo	8,6
3	A089-R03	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	11,4
3	A090-R03	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	78,9
3	A091-R03	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	81,3
4	A092-R04	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	38,9
4	A093-R04	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	12,3
4	A094-R04	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Regular	34,1
4	A095-R04	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	111,2
4	A096-R04	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	41,7
4	A097-R04	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	19,0
4	A098-R04	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	21,9
4	A099-R04	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Malo	8,1
4	A100-R04	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Regular	16,7
4	A101-R04	Asfalto	AFD	Regional	Alto	Regular	8,8
4	A102-R04	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Bueno	13,8
4	A103-R04	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	83,7
4	A104-R04	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	38,7
4	A105-R04	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	59,1
4	A106-R04	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Malo	21,1
4	A107-R04	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	43,9
4	A108-R04	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	131,0
4	A109-R04	Asfalto	DTA	Regional	Bajo	Bueno	65,1
4	A110-R04	Asfalto	DTA	Regional	Bajo	Regular	35,6
4	H001-R04	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	26,1
4	H002-R04	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	16,1
4	H003-R04	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	11,8
5	A111-R05	Asfalto	ACA	Nacional	Alto	Bueno	9,5
5	A112-R05	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	27,2
5	A113-R05	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	61,6
5	A114-R05	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	19,4
5	A115-R05	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	112,4
5	A116-R05	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	12,8
5	A117-R05	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	38,0
5	A118-R05	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	30,3

CUADRO N° 4.7: TIPOLOGÍAS DE CAMINOS PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Calzada	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km
5	A119-R05	Asfalto	AFD	Comunal	Medio	Malo	8,1
5	A120-R05	Asfalto	AFD	Comunal	Bajo	Malo	9,5
5	A121-R05	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Bueno	69,0
5	A122-R05	Asfalto	AFD	Regional	Medio	Bueno	29,1
5	A123-R05	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	26,7
5	A124-R05	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Regular	9,5
5	A125-R05	Asfalto	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	10,9
5	A126-R05	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	31,9
5	A127-R05	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	79,0
5	A128-R05	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	59,7
5	A129-R05	Asfalto	ECC	Nacional	Muy Alto	Bueno	17,7
5	A130-R05	Asfalto	TSS	Comunal	Medio	Bueno	19,9
5	H004-R05	Hormigón	HOR	Comunal	Bajo	Regular	35,3
5	H005-R05	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Malo	27,3
5	H006-R05	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	33,0
5	H007-R05	Hormigón	HOR	Nacional	Alto	Bueno	13,1
5	H008-R05	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	57,8
5	H009-R05	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	31,6
5	H010-R05	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Bueno	8,8
5	H011-R05	Hormigón	HOR	Regional	Medio	Regular	11,9
6	A131-R06	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	10,4
6	A132-R06	Asfalto	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	20,4
6	A133-R06	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Regular	23,4
6	A134-R06	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	23,7
6	A135-R06	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	8,5
6	A136-R06	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	59,7
6	A137-R06	Asfalto	ACD	Comunal	Medio	Bueno	11,6
6	A138-R06	Asfalto	DTA	Comunal	Muy Alto	Bueno	18,4
6	A139-R06	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Bueno	43,0
6	A140-R06	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Regular	12,8
6	A141-R06	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	49,9
6	A142-R06	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Regular	51,9
6	A143-R06	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	20,9
6	A144-R06	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Regular	8,7
6	A145-R06	Asfalto	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	13,9
6	A146-R06	Asfalto	DTA	Nacional	Muy Alto	Regular	10,7
6	A147-R06	Asfalto	DTA	Nacional	Alto	Regular	18,7
6	A148-R06	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	16,0
6	A149-R06	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	64,2
6	A150-R06	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	123,3
6	A151-R06	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Malo	23,9
6	A152-R06	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	103,2
6	A153-R06	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	107,0
6	A154-R06	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	30,9
6	H012-R06	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	18,5
6	H013-R06	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	39,1
6	H014-R06	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Malo	18,4
6	H015-R06	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Regular	9,4
7	A155-R07	Asfalto	ACC	Comunal	Alto	Bueno	22,5
7	A156-R07	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	66,4
7	A157-R07	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	23,9
7	A158-R07	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Bueno	9,7
7	A159-R07	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	40,4
7	A160-R07	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	88,9
7	A161-R07	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Malo	9,7
7	A162-R07	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Regular	20,8
7	A163-R07	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	101,8

CUADRO N° 4.7: TIPOLOGÍAS DE CAMINOS PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Calzada	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km
7	A164-R07	Asfalto	AFD	Regional	Muy Alto	Regular	9,3
7	A165-R07	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	46,6
7	A166-R07	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Malo	10,4
7	A167-R07	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	11,5
7	A168-R07	Asfalto	DTA	Nacional	Alto	Bueno	9,5
7	A169-R07	Asfalto	DTA	Nacional	Medio	Bueno	23,5
7	A170-R07	Asfalto	DTA	Nacional	Medio	Regular	9,7
7	A171-R07	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	39,2
7	A172-R07	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	182,8
7	A173-R07	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Malo	20,8
7	A174-R07	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	85,5
7	A175-R07	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	134,8
7	A176-R07	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	37,6
7	H016-R07	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	22,2
7	H017-R07	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	26,9
7	H018-R07	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	33,1
7	H019-R07	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Regular	48,8
8	A177-R08	Asfalto	ACC	Comunal	Alto	Bueno	10,2
8	A178-R08	Asfalto	ACC	Comunal	Alto	Regular	12,0
8	A179-R08	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	32,9
8	A180-R08	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	45,3
8	A181-R08	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Malo	9,8
8	A182-R08	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	36,3
8	A183-R08	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Regular	22,9
8	A184-R08	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Malo	8,7
8	A185-R08	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	204,4
8	A186-R08	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	56,9
8	A187-R08	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Regular	30,0
8	A188-R08	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	52,4
8	A189-R08	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Regular	23,4
8	A190-R08	Asfalto	AFD	Comunal	Medio	Regular	8,4
8	A191-R08	Asfalto	AFD	Regional	Alto	Bueno	19,1
8	A192-R08	Asfalto	AFD	Regional	Medio	Regular	20,6
8	A193-R08	Asfalto	DTA	Comunal	Muy Alto	Bueno	8,2
8	A194-R08	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Bueno	14,1
8	A195-R08	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Regular	17,9
8	A196-R08	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	39,3
8	A197-R08	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Regular	9,2
8	A198-R08	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	13,2
8	A199-R08	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Regular	12,3
8	A200-R08	Asfalto	DTA	Nacional	Muy Alto	Regular	18,0
8	A201-R08	Asfalto	DTA	Nacional	Alto	Bueno	15,2
8	A202-R08	Asfalto	DTA	Nacional	Medio	Regular	15,7
8	A203-R08	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	36,1
8	A204-R08	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	16,8
8	A205-R08	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	226,8
8	A206-R08	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	55,2
8	A207-R08	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	45,4
8	A208-R08	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	123,3
8	A209-R08	Asfalto	DTE	Comunal	Medio	Malo	16,5
8	H020-R08	Hormigón	HDT	Regional	Muy Alto	Bueno	8,4
8	H021-R08	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	10,9
8	H022-R08	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Malo	27,0
8	H023-R08	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	38,9
8	H024-R08	Hormigón	HOR	Nacional	Alto	Regular	12,4
8	H025-R08	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	78,0
8	H026-R08	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	26,2

CUADRO N° 4.7: TIPOLOGÍAS DE CAMINOS PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Calzada	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpeta	Km
8	H027-R08	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	42,8
8	H028-R08	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Bueno	22,9
8	H029-R08	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Regular	15,3
9	A210-R09	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	29,2
9	A211-R09	Asfalto	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	11,1
9	A212-R09	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	84,0
9	A213-R09	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	21,5
9	A214-R09	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Regular	172,5
9	A215-R09	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	104,6
9	A216-R09	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Regular	30,0
9	A217-R09	Asfalto	ACC	Regional	Bajo	Bueno	73,9
9	A218-R09	Asfalto	ACD	Comunal	Medio	Bueno	10,0
9	A219-R09	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Regular	16,4
9	A220-R09	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	48,4
9	A221-R09	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	11,9
9	A222-R09	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Malo	16,4
9	A223-R09	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	151,5
9	A224-R09	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	22,5
9	A225-R09	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	230,6
9	A226-R09	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	36,8
9	A227-R09	Asfalto	DTE	Comunal	Bajo	Bueno	10,3
9	H030-R09	Hormigón	HOR	Comunal	Alto	Bueno	9,9
9	H031-R09	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	20,9
9	H032-R09	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Malo	12,5
9	H033-R09	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	14,3
9	H034-R09	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Regular	8,5
9	H035-R09	Hormigón	HOR	Regional	Medio	Malo	28,8
9	H036-R09	Hormigón	HOR	Regional	Medio	Regular	13,1
10	A228-R10	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	15,9
10	A229-R10	Asfalto	ACC	Comunal	Bajo	Bueno	16,3
10	A230-R10	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	69,0
10	A231-R10	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	76,4
10	A232-R10	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Bueno	24,8
10	A233-R10	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Regular	12,5
10	A234-R10	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	30,2
10	A235-R10	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	86,4
10	A236-R10	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Regular	33,7
10	A237-R10	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	14,0
10	A238-R10	Asfalto	AFD	Nacional	Medio	Bueno	15,4
10	A239-R10	Asfalto	AFD	Regional	Alto	Bueno	10,7
10	A240-R10	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	92,3
10	A241-R10	Asfalto	DTA	Nacional	Alto	Bueno	34,2
10	A242-R10	Asfalto	DTA	Nacional	Medio	Bueno	34,4
10	A243-R10	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Regular	8,9
10	A244-R10	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	103,6
10	A245-R10	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Regular	83,3
10	A246-R10	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	277,8
10	A247-R10	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	313,5
10	A248-R10	Asfalto	DTA	Regional	Bajo	Regular	25,0
10	A249-R10	Asfalto	DTE	Regional	Medio	Regular	17,4
10	H037-R10	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	53,7
10	H038-R10	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	18,8
10	H039-R10	Hormigón	HOR	Nacional	Alto	Bueno	77,6
10	H040-R10	Hormigón	HOR	Nacional	Alto	Regular	11,5
10	H041-R10	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	12,0
10	H042-R10	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Malo	13,9
10	H043-R10	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	17,2

CUADRO N° 4.7: TIPOLOGÍAS DE CAMINOS PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Calzada	Estructura	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado de la Carpetas	Km
10	H044-R10	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Bueno	16,2
10	H045-R10	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Regular	19,9
10	H046-R10	Hormigón	HOR	Regional	Medio	Regular	18,5
11	A250-R11	Asfalto	ACC	Nacional	Alto	Bueno	13,2
11	A251-R11	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Bueno	19,6
11	A252-R11	Asfalto	ACC	Nacional	Medio	Regular	25,3
11	A253-R11	Asfalto	ACC	Nacional	Bajo	Bueno	17,8
11	A254-R11	Asfalto	ECC	Nacional	Bajo	Bueno	31,0
11	H047-R11	Hormigón	HOR	Nacional	Alto	Bueno	56,9
11	H048-R11	Hormigón	HOR	Nacional	Alto	Regular	26,2
11	H049-R11	Hormigón	HOR	Nacional	Medio	Regular	8,6
11	H050-R11	Hormigón	HOR	Nacional	Bajo	Bueno	37,9
11	H051-R11	Hormigón	HOR	Regional	Medio	Bueno	23,7
12	A255-R12	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Regular	19,0
12	H052-R12	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Bueno	12,0
12	H053-R12	Hormigón	HOR	Nacional	Alto	Bueno	8,4
12	H054-R12	Hormigón	HOR	Nacional	Medio	Bueno	200,8
12	H055-R12	Hormigón	HOR	Nacional	Medio	Regular	27,3
12	H056-R12	Hormigón	HOR	Nacional	Bajo	Bueno	40,0
12	H057-R12	Hormigón	HOR	Regional	Medio	Bueno	131,3
12	H058-R12	Hormigón	HOR	Regional	Bajo	Bueno	13,7
13	A256-R13	Asfalto	ACC	Comunal	Alto	Bueno	9,4
13	A257-R13	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Bueno	17,6
13	A258-R13	Asfalto	ACC	Comunal	Medio	Regular	16,8
13	A259-R13	Asfalto	ACC	Nacional	Muy Alto	Bueno	27,1
13	A260-R13	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Bueno	48,0
13	A261-R13	Asfalto	ACC	Regional	Muy Alto	Regular	90,1
13	A262-R13	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Bueno	14,1
13	A263-R13	Asfalto	ACC	Regional	Alto	Regular	15,1
13	A264-R13	Asfalto	ACC	Regional	Medio	Bueno	8,1
13	A265-R13	Asfalto	ACD	Regional	Muy Alto	Regular	9,8
13	A266-R13	Asfalto	ACD	Regional	Alto	Bueno	12,1
13	A267-R13	Asfalto	ACD	Regional	Medio	Regular	15,0
13	A268-R13	Asfalto	DTA	Comunal	Muy Alto	Malo	29,5
13	A269-R13	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Bueno	8,0
13	A270-R13	Asfalto	DTA	Comunal	Alto	Regular	11,5
13	A271-R13	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Bueno	69,1
13	A272-R13	Asfalto	DTA	Comunal	Medio	Regular	27,8
13	A273-R13	Asfalto	DTA	Comunal	Bajo	Bueno	11,1
13	A274-R13	Asfalto	DTA	Nacional	Muy Alto	Bueno	17,6
13	A275-R13	Asfalto	DTA	Nacional	Medio	Bueno	9,8
13	A276-R13	Asfalto	DTA	Regional	Muy Alto	Bueno	84,3
13	A277-R13	Asfalto	DTA	Regional	Alto	Bueno	65,7
13	A278-R13	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Bueno	17,6
13	A279-R13	Asfalto	DTA	Regional	Medio	Regular	21,4
13	H059-R13	Hormigón	HOR	Comunal	Muy Alto	Malo	8,9
13	H060-R13	Hormigón	HOR	Comunal	Medio	Bueno	14,7
13	H061-R13	Hormigón	HOR	Comunal	Medio	Regular	9,9
13	H062-R13	Hormigón	HOR	Nacional	Muy Alto	Regular	28,9
13	H063-R13	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Bueno	25,9
13	H064-R13	Hormigón	HOR	Regional	Muy Alto	Regular	97,1
13	H065-R13	Hormigón	HOR	Regional	Alto	Regular	10,7
13	H066-R13	Hormigón	HRF	Nacional	Muy Alto	Regular	14,7
Total							13.891,3

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Tramificación de Kilómetros de Caminos No Pavimentados

A continuación se presentan los resultados de la tramificación de los caminos no pavimentados: Ripio, Tierra, Capa de Protección y Grava Estabilizada.

Tramos de Ripio

En los caminos de ripio, se generó un total de 164 combinaciones distintas en cuento a zona del país, importancia de la ruta y nivel de tránsito, seleccionándose para la modelación de deterioro, las tipologías que presentan una longitud igual o superior a los 30 km. Ellas corresponden a 126 tramos de caminos, que en total concentran el 98% de los km viales de estándar de ripio (33.458 km).

CUADRO N° 4.8: TOTAL DE COMBINACIONES Y TRAMOS DE RIPIO A MODELAR

Región	Total de Combinaciones	Total de Km	Tramos a Modelar	Km a Modelar	% de Coberturas
1	6	277	4	267	97%
2	7	1.186	5	1.157	98%
3	11	1.099	10	1.072	98%
4	13	2.119	10	2.040	96%
5	12	541	7	482	89%
6	12	1.495	9	1.466	98%
7	13	3.111	12	3.103	100%
8	15	4.344	11	4.258	98%
9	14	7.564	13	7.547	100%
10	21	7.670	19	7.646	100%
11	15	2.044	11	1.957	96%
12	13	2.212	8	2.107	95%
13	12	406	7	356	88%
Total	164	34.069	126	33.458	98%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro siguiente se muestran las 164 combinaciones distintas, junto a la propuesta de modelación con HDM.

CUADRO N° 4.9: TRAMIFICACIÓN DE CAMINOS DE RIPIO

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
1	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	46	SI
1	Ripio	Regional	Alto	Bueno	5	
1	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	39	SI
1	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	55	SI
1	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	128	SI
1	Ripio	Comunal	Medio	Malo	4	
2	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	61	SI
2	Ripio	Regional	Bajo	Regular	118	SI
2	Ripio	Regional	Alto	Malo	16	
2	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	173	SI

CUADRO N° 4.9: TRAMIFICACIÓN DE CAMINOS DE RIPIO

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
2	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	215	SI
2	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	590	SI
2	Ripio	Comunal	Medio	Regular	13	
3	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	31	SI
3	Ripio	Regional	Bajo	Regular	33	SI
3	Ripio	Regional	Medio	Bueno	62	SI
3	Ripio	Regional	Alto	Bueno	61	SI
3	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	180	SI
3	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	57	SI
3	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	259	SI
3	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	130	SI
3	Ripio	Comunal	Medio	Malo	27	
3	Ripio	Comunal	Medio	Regular	198	SI
3	Ripio	Comunal	Alto	Regular	61	SI
4	Ripio	Regional	Medio	Bueno	100	SI
4	Ripio	Regional	Medio	Regular	105	SI
4	Ripio	Regional	Alto	Bueno	28	
4	Ripio	Regional	Alto	Malo	23	
4	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	285	SI
4	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	427	SI
6	Ripio	Regional	Alto	Malo	5	
6	Ripio	Regional	Alto	Regular	21	
6	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	139	SI
6	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	80	SI
6	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	380	SI
6	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	165	SI
6	Ripio	Comunal	Medio	Malo	45	SI
6	Ripio	Comunal	Medio	Regular	262	SI
6	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	136	SI
6	Ripio	Comunal	Alto	Malo	4	
6	Ripio	Comunal	Alto	Regular	196	SI
7	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	35	SI
7	Ripio	Regional	Bajo	Regular	8	
7	Ripio	Regional	Medio	Bueno	174	SI
7	Ripio	Regional	Alto	Bueno	214	SI
7	Ripio	Regional	Alto	Regular	123	SI
7	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	452	SI
7	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	52	SI
7	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	444	SI
7	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	360	SI
7	Ripio	Comunal	Medio	Malo	57	SI
7	Ripio	Comunal	Medio	Regular	733	SI
7	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	214	SI
7	Ripio	Comunal	Alto	Regular	244	SI
8	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	46	SI
8	Ripio	Regional	Bajo	Regular	10	
8	Ripio	Regional	Medio	Bueno	28	
8	Ripio	Regional	Medio	Regular	88	SI
8	Ripio	Regional	Alto	Bueno	175	SI
8	Ripio	Regional	Alto	Regular	181	SI
8	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	348	SI
8	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	285	SI
8	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	1.665	SI
8	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	162	SI
8	Ripio	Comunal	Medio	Malo	23	
8	Ripio	Comunal	Medio	Regular	939	SI
8	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	51	SI

CUADRO N° 4.9: TRAMIFICACIÓN DE CAMINOS DE RIPIO

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
8	Ripio	Comunal	Alto	Malo	26	
8	Ripio	Comunal	Alto	Regular	318	SI
9	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	34	SI
9	Ripio	Regional	Medio	Bueno	172	SI
9	Ripio	Regional	Medio	Regular	18	
9	Ripio	Regional	Alto	Bueno	233	SI
9	Ripio	Regional	Alto	Regular	97	SI
9	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	3.139	SI
9	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	685	SI
9	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	1.150	SI
9	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	1.133	SI
9	Ripio	Comunal	Medio	Malo	92	SI
9	Ripio	Comunal	Medio	Regular	389	SI
9	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	312	SI
9	Ripio	Comunal	Alto	Malo	69	SI
9	Ripio	Comunal	Alto	Regular	41	SI
10	Ripio	Nacional	Bajo	Bueno	32	SI
10	Ripio	Nacional	Medio	Bueno	117	SI
10	Ripio	Nacional	Medio	Regular	66	SI
10	Ripio	Nacional	Alto	Bueno	45	SI
10	Ripio	Nacional	Alto	Regular	38	SI
10	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	90	SI
10	Ripio	Regional	Bajo	Regular	18	
10	Ripio	Regional	Medio	Bueno	418	SI
10	Ripio	Regional	Medio	Regular	150	SI
10	Ripio	Regional	Alto	Bueno	382	SI
10	Ripio	Regional	Alto	Malo	6	
10	Ripio	Regional	Alto	Regular	117	SI
10	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	1.751	SI
10	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	335	SI
10	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	1.670	SI
10	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	971	SI
10	Ripio	Comunal	Medio	Malo	59	SI
10	Ripio	Comunal	Medio	Regular	730	SI
10	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	416	SI
10	Ripio	Comunal	Alto	Malo	67	SI
10	Ripio	Comunal	Alto	Regular	194	SI
11	Ripio	Nacional	Bajo	Bueno	235	SI
11	Ripio	Nacional	Medio	Bueno	409	SI
11	Ripio	Nacional	Alto	Bueno	53	SI
11	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	136	SI
11	Ripio	Regional	Bajo	Regular	21	
11	Ripio	Regional	Medio	Bueno	227	SI
11	Ripio	Regional	Medio	Regular	114	SI
11	Ripio	Regional	Alto	Bueno	27	
11	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	263	SI
11	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	54	SI
11	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	332	SI
11	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	68	SI
11	Ripio	Comunal	Medio	Regular	11	
11	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	67	SI
11	Ripio	Comunal	Alto	Regular	28	
12	Ripio	Nacional	Medio	Bueno	115	SI
12	Ripio	Nacional	Alto	Bueno	9	
12	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	854	SI
12	Ripio	Regional	Bajo	Regular	171	SI
12	Ripio	Regional	Medio	Bueno	223	SI

CUADRO N° 4.9: TRAMIFICACIÓN DE CAMINOS DE RIPIO

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
12	Ripio	Regional	Medio	Regular	56	SI
12	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	305	SI
12	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	23	
12	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	352	SI
12	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	22	
12	Ripio	Comunal	Medio	Regular	31	SI
12	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	27	
12	Ripio	Comunal	Alto	Regular	23	
13	Ripio	Regional	Medio	Bueno	37	SI
13	Ripio	Regional	Alto	Bueno	31	SI
13	Ripio	Regional	Alto	Malo	1	
13	Ripio	Regional	Alto	Regular	2	
13	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	58	SI
13	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	17	
13	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	11	
13	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	73	SI
13	Ripio	Comunal	Medio	Regular	56	SI
13	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	68	SI
13	Ripio	Comunal	Alto	Malo	20	
13	Ripio	Comunal	Alto	Regular	32	SI
Total Caminos de Ripio					34.069	33.458

Fuente: Elaboración propia.

Tramos de Tierra

En los caminos de tierra se obtuvo un total de 121 combinaciones distintas, seleccionándose para la modelación con HDM, los tramos de longitud igual o superior a los 30 km. Resultaron 83 tramos que cumplieron con dicha restricción de longitud, los que concentran un total de 27.041 km de calzada, con una representatividad del 98% de los km de tierra.

CUADRO N° 4.10: TOTAL DE COMBINACIONES Y TRAMOS DE TIERRA A MODELAR

Región	Total de Combinaciones	Total de Km	Tramos a Modelar	Km a Modelar	% de Coberturas
1	9	2.845	6	2.825	99%
2	7	2.674	5	2.640	99%
3	9	3.684	9	3.684	100%
4	10	1.597	6	1.554	97%
5	12	1.062	7	1.026	97%
6	11	1.473	8	1.434	97%
7	13	2.826	9	2.744	97%
8	12	5.351	7	5.288	99%
9	9	3.365	6	3.356	100%
10	6	989	5	985	100%
11	5	411	3	361	88%
12	7	561	5	541	96%
13	11	664	7	603	91%
Total	121	27.501	83	27.041	98 %

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran las 121 combinaciones distintas, junto a la propuesta de modelación con HDM.

CUADRO N° 4.11: TRAMIFICACIÓN DE CAMINOS DE TIERRA

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
1	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	128	SI
1	Tierra	Regional	Bajo	Regular	130	SI
1	Tierra	Regional	Medio	Bueno	11	
1	Tierra	Regional	Medio	Regular	71	SI
1	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	476	SI
1	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	941	SI
1	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.079	SI
1	Tierra	Comunal	Medio	Malo	1	
1	Tierra	Comunal	Medio	Regular	8	
2	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	76	SI
2	Tierra	Regional	Medio	Malo	5	
2	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	411	SI
2	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	838	SI
2	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.231	SI
2	Tierra	Comunal	Medio	Regular	28	
2	Tierra	Comunal	Alto	Regular	85	SI
3	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	36	SI
3	Tierra	Regional	Bajo	Regular	49	SI
3	Tierra	Regional	Medio	Bueno	76	SI
3	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	342	SI
3	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	1.379	SI
3	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.183	SI
3	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	37	SI
3	Tierra	Comunal	Medio	Malo	176	SI
3	Tierra	Comunal	Medio	Regular	407	SI
4	Tierra	Regional	Alto	Malo	35	SI
4	Tierra	Regional	Alto	Regular	32	SI
4	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	125	SI
4	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	529	SI
4	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	750	SI
4	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	17	
4	Tierra	Comunal	Medio	Regular	83	SI
4	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	5	
4	Tierra	Comunal	Alto	Malo	9	
4	Tierra	Comunal	Alto	Regular	13	
5	Tierra	Regional	Medio	Bueno	9	
5	Tierra	Regional	Alto	Bueno	1	
5	Tierra	Regional	Alto	Regular	9	
5	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	140	SI
5	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	128	SI
5	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	308	SI
5	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	101	SI
5	Tierra	Comunal	Medio	Malo	14	
5	Tierra	Comunal	Medio	Regular	209	SI
5	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	59	SI
5	Tierra	Comunal	Alto	Malo	4	
5	Tierra	Comunal	Alto	Regular	81	SI
6	Tierra	Regional	Medio	Bueno	69	SI
6	Tierra	Regional	Alto	Bueno	19	
6	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	368	SI
6	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	133	SI
6	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	562	SI
6	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	134	SI
6	Tierra	Comunal	Medio	Malo	11	

CUADRO N° 4.11: TRAMIFICACIÓN DE CAMINOS DE TIERRA

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
6	Tierra	Comunal	Medio	Regular	66	SI
6	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	62	SI
6	Tierra	Comunal	Alto	Malo	8	
6	Tierra	Comunal	Alto	Regular	40	SI
7	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	36	SI
7	Tierra	Regional	Bajo	Regular	14	
7	Tierra	Regional	Medio	Bueno	24	
7	Tierra	Regional	Alto	Bueno	21	
7	Tierra	Regional	Alto	Regular	23	
7	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	447	SI
7	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	434	SI
7	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.107	SI
7	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	197	SI
7	Tierra	Comunal	Medio	Malo	96	SI
7	Tierra	Comunal	Medio	Regular	310	SI
7	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	86	SI
7	Tierra	Comunal	Alto	Regular	31	SI
8	Tierra	Regional	Bajo	Regular	5	
8	Tierra	Regional	Medio	Regular	17	
8	Tierra	Regional	Alto	Regular	11	
8	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	826	SI
8	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	1.505	SI
8	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	2.520	SI
8	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	66	SI
8	Tierra	Comunal	Medio	Malo	39	SI
8	Tierra	Comunal	Medio	Regular	231	SI
8	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	1	
8	Tierra	Comunal	Alto	Malo	30	
8	Tierra	Comunal	Alto	Regular	103	SI
9	Tierra	Regional	Medio	Bueno	2	
9	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	1.017	SI
9	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	1.380	SI
9	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	589	SI
9	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	93	SI
9	Tierra	Comunal	Medio	Malo	151	SI
9	Tierra	Comunal	Medio	Regular	127	SI
9	Tierra	Comunal	Alto	Malo	2	
9	Tierra	Comunal	Alto	Regular	4	
10	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	223	SI
10	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	254	SI
10	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	427	SI
10	Tierra	Comunal	Medio	Malo	46	SI
10	Tierra	Comunal	Medio	Regular	35	SI
10	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	4	
11	Tierra	Regional	Bajo	Regular	67	SI
11	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	63	SI
11	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	26	
11	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	231	SI
11	Tierra	Comunal	Medio	Regular	24	
12	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	35	SI
12	Tierra	Regional	Bajo	Regular	39	SI
12	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	176	SI
12	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	31	SI
12	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	260	SI

CUADRO N° 4.11: TRAMIFICACIÓN DE CAMINOS DE TIERRA

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
12	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	7	
12	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	13	
13	Tierra	Regional	Alto	Bueno	23	
13	Tierra	Regional	Alto	Regular	12	
13	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	20	
13	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	63	SI
13	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	61	SI
13	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	91	SI
13	Tierra	Comunal	Medio	Malo	88	SI
13	Tierra	Comunal	Medio	Regular	170	SI
13	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	46	SI
13	Tierra	Comunal	Alto	Malo	6	
13	Tierra	Comunal	Alto	Regular	84	SI
Total Caminos de Tierra					27.501	27.041

Fuente: Elaboración propia.

Tramos de Otros No Pavimentados

Para los caminos de capa de protección y grava estabilizada, se obtuvo un total de 93 combinaciones distintas de tipologías de caminos, las que concentran los 2.385 km de calzadas existentes (ver Cuadro N° 4.12). De las 93 combinaciones, se seleccionaron todas las que poseen una longitud igual o superior a los 10 km, determinándose así 54 tramos o estructuras tipo a modelar, las que concentran un total de 2.251 km con una representatividad del 94% del total..

CUADRO N° 4.12: TOTAL DE COMBINACIONES Y TRAMOS A MODELAR DE OTROS NO PAVIMENTADOS

Región	Capa de Protección					Grava Estabilizada				
	Total de Tramos	Total de Km	Tramo a Modelar	Km a Modelar	% de Cobert.	Total de Tramos	Total de Km	Tramo a Modelar	Km a Modelar	% de Cobert.
1	5	84	3	77	91%	2	8	0	0	0%
2	3	50	2	50	100%	6	123	5	120	98%
3	7	131	5	127	98%	12	1.080	12	1.080	100%
4	5	10	0	0	0%	8	76	4	62	81%
5	12	475	10	466	98%	0	0	0	0	-
6	7	37	1	11	28%	1	2	0	0	0%
7	1	2	0	0	0%	3	18	0	0	0%
8	4	62	2	55	89%	0	0	0	0	-
9	1	4	0	0	0%	3	45	2	39	87%
10	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
11	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
12	0	0	0	0	-	1	13	1	13	100%
13	11	166	7	152	92%	1	0	0	0	0%
Total	56	1.020	30	937	92%	37	1.365	24	1.314	96%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro siguiente se muestran las 93 combinaciones obtenidas, indicándose en la última columna las que fueron seleccionadas para modelación con HDM, es decir, las que poseen una longitud igual o superior a los 10 km

CUADRO N° 4.13: TRAMIFICACIÓN DE KM DE OTROS NO PAVIMENTADOS

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
1	Capa de Protección	Regional	Alto	Bueno	6	
1	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	31,00	SI
1	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Malo	10,30	SI
1	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	35,24	SI
1	Capa de Protección	Comunal	Alto	Bueno	1	
2	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	21,82	SI
2	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	0	
2	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	28,00	SI
3	Capa de Protección	Regional	Medio	Regular	39,98	SI
3	Capa de Protección	Regional	Alto	Bueno	14,16	SI
3	Capa de Protección	Regional	Alto	Regular	38,00	SI
3	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	2	
3	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Malo	10,33	SI
3	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	1	
3	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	25,00	SI
4	Capa de Protección	Regional	Alto	Bueno	2	
4	Capa de Protección	Regional	Alto	Malo	1	
4	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	2	
4	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	0	
4	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	5	
5	Capa de Protección	Regional	Medio	Bueno	10,83	SI
5	Capa de Protección	Regional	Alto	Bueno	31,70	SI
5	Capa de Protección	Regional	Alto	Regular	3	
5	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	16,40	SI
5	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Malo	6	
5	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	66,52	SI
5	Capa de Protección	Comunal	Medio	Bueno	47,68	SI
5	Capa de Protección	Comunal	Medio	Malo	25,50	SI
5	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	84,87	SI
5	Capa de Protección	Comunal	Alto	Bueno	62,38	SI
5	Capa de Protección	Comunal	Alto	Malo	24,80	SI
5	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	94,97	SI
6	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	10,62	SI
6	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Malo	3	
6	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	3	
6	Capa de Protección	Comunal	Medio	Bueno	2	
6	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	4	
6	Capa de Protección	Comunal	Alto	Bueno	9	
6	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	6	
7	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	2	
8	Capa de Protección	Regional	Medio	Bueno	0	
8	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	11,70	SI
8	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	7	
8	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	43,00	SI
9	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	4	
13	Capa de Protección	Regional	Medio	Regular	10,38	SI
13	Capa de Protección	Regional	Alto	Malo	12,40	SI
13	Capa de Protección	Regional	Alto	Regular	6	
13	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	1	

CUADRO N° 4.13: TRAMIFICACIÓN DE KM DE OTROS NO PAVIMENTADOS

Región	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado del Tramo	Km	Modelable
13	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	30,56	SI
13	Capa de Protección	Comunal	Medio	Bueno	25,83	SI
13	Capa de Protección	Comunal	Medio	Malo	4	
13	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	32,42	SI
13	Capa de Protección	Comunal	Alto	Bueno	28,62	SI
13	Capa de Protección	Comunal	Alto	Malo	4	
13	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	11,96	SI
1	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Bueno	3	
1	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Regular	5	
2	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Bueno	17,00	SI
2	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Regular	17,67	SI
2	Grava Estabilizada	Regional	Alto	Malo	19,60	SI
2	Grava Estabilizada	Regional	Alto	Regular	3	
2	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	55,20	SI
2	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Regular	11,00	SI
3	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Bueno	116,46	SI
3	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Regular	17,00	SI
3	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Bueno	115,74	SI
3	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Regular	99,39	SI
3	Grava Estabilizada	Regional	Alto	Bueno	32,70	SI
3	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	170,00	SI
3	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Malo	29,81	SI
3	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Regular	128,37	SI
3	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Bueno	90,17	SI
3	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Regular	232,95	SI
3	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Bueno	21,10	SI
3	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Regular	26,54	SI
4	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Bueno	22,00	SI
4	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Regular	2	
4	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	13,35	SI
4	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Malo	15,60	SI
4	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Regular	10,60	SI
4	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Bueno	3	
4	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Regular	6	
4	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Bueno	5	
6	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Regular	2	
7	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Bueno	7	
7	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Regular	10	
7	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Regular	2	
9	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	18,60	SI
9	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Bueno	6	
9	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Bueno	20,00	SI
12	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Bueno	13,14	SI
13	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Bueno	0	
Total Tramos de Capa de Protección y Grava Estabilizada					2.385	2.251

Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, para el caso de las rutas no pavimentadas (ripio, tierra, capa de protección y grava estabilizada), se seleccionaron de 263 tramos distintos, los que concentran 62.750 km, correspondientes al 98% de total del país (63.954 km). En el cuadro siguiente se presentan dichas estructuras tipo, junto al código definido para la modelación.

CUADRO N° 4.14: TIPO LOGÍAS DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado	Km
1	R001-R01	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	45,9
1	R002-R01	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	38,7
1	R003-R01	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	54,9
1	R004-R01	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	127,8
1	T001-R01	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	127,6
1	T002-R01	Tierra	Regional	Bajo	Regular	129,7
1	T003-R01	Tierra	Regional	Medio	Regular	70,8
1	T004-R01	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	476,1
1	T005-R01	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	941,2
1	T006-R01	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.079,4
1	CP01-R01	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	31,0
1	CP02-R01	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Malo	10,3
1	CP03-R01	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	35,2
2	R005-R02	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	60,5
2	R006-R02	Ripio	Regional	Bajo	Regular	117,6
2	R007-R02	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	173,5
2	R008-R02	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	215,4
2	R009-R02	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	590,5
2	T007-R02	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	75,9
2	T008-R02	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	410,9
2	T009-R02	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	838,0
2	T010-R02	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.230,8
2	T011-R02	Tierra	Comunal	Alto	Regular	84,7
2	CP04-R02	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	21,8
2	CP05-R02	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	28,0
2	GE01-R02	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Bueno	17,0
2	GE02-R02	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Regular	17,7
2	GE03-R02	Grava Estabilizada	Regional	Alto	Malo	19,6
2	GE04-R02	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	55,2
2	GE05-R02	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Regular	11,0
3	R010-R03	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	31,0
3	R011-R03	Ripio	Regional	Bajo	Regular	32,7
3	R012-R03	Ripio	Regional	Medio	Bueno	62,0
3	R013-R03	Ripio	Regional	Alto	Bueno	61,5
3	R014-R03	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	179,6
3	R015-R03	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	57,3
3	R016-R03	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	259,2
3	R017-R03	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	129,5
3	R018-R03	Ripio	Comunal	Medio	Regular	198,5
3	R019-R03	Ripio	Comunal	Alto	Regular	61,2
3	T012-R03	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	35,7
3	T013-R03	Tierra	Regional	Bajo	Regular	48,5
3	T014-R03	Tierra	Regional	Medio	Bueno	75,6
3	T015-R03	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	341,9
3	T016-R03	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	1.378,7
3	T017-R03	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.183,2
3	T018-R03	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	37,2
3	T019-R03	Tierra	Comunal	Medio	Malo	176,2
3	T020-R03	Tierra	Comunal	Medio	Regular	406,5
3	CP06-R03	Capa de Protección	Regional	Medio	Regular	40,0
3	CP07-R03	Capa de Protección	Regional	Alto	Bueno	14,2
3	CP08-R03	Capa de Protección	Regional	Alto	Regular	38,0
3	CP09-R03	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Malo	10,3
3	CP10-R03	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	25,0

CUADRO N° 4.14: TIPO LOGÍAS DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado	Km
3	GE06-R03	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Bueno	116,5
3	GE07-R03	Grava Estabilizada	Regional	Bajo	Regular	17,0
3	GE08-R03	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Bueno	115,7
3	GE09-R03	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Regular	99,4
3	GE10-R03	Grava Estabilizada	Regional	Alto	Bueno	32,7
3	GE11-R03	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	170,0
3	GE12-R03	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Malo	29,8
3	GE13-R03	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Regular	128,4
3	GE14-R03	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Bueno	90,2
3	GE15-R03	Grava Estabilizada	Comunal	Medio	Regular	233,0
3	GE16-R03	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Bueno	21,1
3	GE17-R03	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Regular	26,5
4	R020-R04	Ripio	Regional	Medio	Bueno	100,2
4	R021-R04	Ripio	Regional	Medio	Regular	105,2
4	R022-R04	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	284,9
4	R023-R04	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	427,2
4	R024-R04	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	724,2
4	R025-R04	Ripio	Comunal	Medio	Malo	34,7
4	R026-R04	Ripio	Comunal	Medio	Regular	120,5
4	R027-R04	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	33,9
4	R028-R04	Ripio	Comunal	Alto	Malo	82,7
4	R029-R04	Ripio	Comunal	Alto	Regular	126,4
4	T021-R04	Tierra	Regional	Alto	Malo	35,2
4	T022-R04	Tierra	Regional	Alto	Regular	32,0
4	T023-R04	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	124,5
4	T024-R04	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	529,4
4	T025-R04	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	749,8
4	T026-R04	Tierra	Comunal	Medio	Regular	82,6
4	GE18-R04	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Bueno	22,0
4	GE19-R04	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	13,4
4	GE20-R04	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Malo	15,6
4	GE21-R04	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Regular	10,6
5	R030-R05	Ripio	Regional	Alto	Bueno	115,3
5	R031-R05	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	47,1
5	R032-R05	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	63,6
5	R033-R05	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	64,0
5	R034-R05	Ripio	Comunal	Medio	Regular	44,5
5	R035-R05	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	78,4
5	R036-R05	Ripio	Comunal	Alto	Regular	68,9
5	T027-R05	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	139,9
5	T028-R05	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	128,1
5	T029-R05	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	307,8
5	T030-R05	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	101,4
5	T031-R05	Tierra	Comunal	Medio	Regular	208,6
5	T032-R05	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	59,4
5	T033-R05	Tierra	Comunal	Alto	Regular	80,8
5	CP11-R05	Capa de Protección	Regional	Medio	Bueno	10,8
5	CP12-R05	Capa de Protección	Regional	Alto	Bueno	31,7
5	CP13-R05	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	16,4
5	CP14-R05	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	66,5
5	CP15-R05	Capa de Protección	Comunal	Medio	Bueno	47,7
5	CP16-R05	Capa de Protección	Comunal	Medio	Malo	25,5
5	CP17-R05	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	84,9
5	CP18-R05	Capa de Protección	Comunal	Alto	Bueno	62,4

CUADRO N° 4.14: TIPO LOGÍAS DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado	Km
5	CP19-R05	Capa de Protección	Comunal	Alto	Malo	24,8
5	CP20-R05	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	95,0
6	R037-R06	Ripio	Regional	Alto	Bueno	63,9
6	R038-R06	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	138,9
6	R039-R06	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	79,6
6	R040-R06	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	379,8
6	R041-R06	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	165,5
6	R042-R06	Ripio	Comunal	Medio	Malo	45,0
6	R043-R06	Ripio	Comunal	Medio	Regular	261,7
6	R044-R06	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	135,8
6	R045-R06	Ripio	Comunal	Alto	Regular	195,7
6	T034-R06	Tierra	Regional	Medio	Bueno	69,3
6	T035-R06	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	368,1
6	T036-R06	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	132,7
6	T037-R06	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	562,0
6	T038-R06	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	133,7
6	T039-R06	Tierra	Comunal	Medio	Regular	66,2
6	T040-R06	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	62,4
6	T041-R06	Tierra	Comunal	Alto	Regular	39,9
6	CP21-R06	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Bueno	10,6
7	R046-R07	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	34,9
7	R047-R07	Ripio	Regional	Medio	Bueno	174,1
7	R048-R07	Ripio	Regional	Alto	Bueno	213,6
7	R049-R07	Ripio	Regional	Alto	Regular	122,9
7	R050-R07	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	452,4
7	R051-R07	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	51,9
7	R052-R07	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	443,7
7	R053-R07	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	360,2
7	R054-R07	Ripio	Comunal	Medio	Malo	56,9
7	R055-R07	Ripio	Comunal	Medio	Regular	733,4
7	R056-R07	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	214,3
7	R057-R07	Ripio	Comunal	Alto	Regular	244,3
7	T042-R07	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	36,2
7	T043-R07	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	446,6
7	T044-R07	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	434,4
7	T045-R07	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	1.107,5
7	T046-R07	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	196,7
7	T047-R07	Tierra	Comunal	Medio	Malo	95,7
7	T048-R07	Tierra	Comunal	Medio	Regular	310,0
7	T049-R07	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	86,4
7	T050-R07	Tierra	Comunal	Alto	Regular	31,0
8	R058-R08	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	46,3
8	R059-R08	Ripio	Regional	Medio	Regular	88,1
8	R060-R08	Ripio	Regional	Alto	Bueno	174,9
8	R061-R08	Ripio	Regional	Alto	Regular	181,4
8	R062-R08	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	347,6
8	R063-R08	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	284,8
8	R064-R08	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	1.665,1
8	R065-R08	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	162,3
8	R066-R08	Ripio	Comunal	Medio	Regular	938,7
8	R067-R08	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	50,9
8	R068-R08	Ripio	Comunal	Alto	Regular	318,2
8	T051-R08	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	825,5
8	T052-R08	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	1.504,7

CUADRO N° 4.14: TIPO LOGÍAS DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado	Km
8	T053-R08	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	2.519,7
8	T054-R08	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	65,8
8	T055-R08	Tierra	Comunal	Medio	Malo	39,0
8	T056-R08	Tierra	Comunal	Medio	Regular	231,0
8	T057-R08	Tierra	Comunal	Alto	Regular	102,7
8	CP22-R08	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	11,7
8	CP23-R08	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	43,0
9	R069-R09	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	34,1
9	R070-R09	Ripio	Regional	Medio	Bueno	172,3
9	R071-R09	Ripio	Regional	Alto	Bueno	233,2
9	R072-R09	Ripio	Regional	Alto	Regular	97,4
9	R073-R09	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	3.138,6
9	R074-R09	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	685,4
9	R075-R09	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	1.150,3
9	R076-R09	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	1.132,6
9	R077-R09	Ripio	Comunal	Medio	Malo	92,4
9	R078-R09	Ripio	Comunal	Medio	Regular	388,8
9	R079-R09	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	311,6
9	R080-R09	Ripio	Comunal	Alto	Malo	69,0
9	R081-R09	Ripio	Comunal	Alto	Regular	41,2
9	T058-R09	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	1.017,3
9	T059-R09	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	1.379,9
9	T060-R09	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	588,9
9	T061-R09	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	92,7
9	T062-R09	Tierra	Comunal	Medio	Malo	150,6
9	T063-R09	Tierra	Comunal	Medio	Regular	127,0
9	GE22-R09	Grava Estabilizada	Comunal	Bajo	Bueno	18,6
9	GE23-R09	Grava Estabilizada	Comunal	Alto	Bueno	20,0
10	R082-R10	Ripio	Nacional	Bajo	Bueno	31,7
10	R083-R10	Ripio	Nacional	Medio	Bueno	116,5
10	R084-R10	Ripio	Nacional	Medio	Regular	66,3
10	R085-R10	Ripio	Nacional	Alto	Bueno	45,1
10	R086-R10	Ripio	Nacional	Alto	Regular	38,2
10	R087-R10	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	89,6
10	R088-R10	Ripio	Regional	Medio	Bueno	417,8
10	R089-R10	Ripio	Regional	Medio	Regular	150,2
10	R090-R10	Ripio	Regional	Alto	Bueno	381,8
10	R091-R10	Ripio	Regional	Alto	Regular	116,8
10	R092-R10	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	1.750,7
10	R093-R10	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	334,5
10	R094-R10	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	1.669,9
10	R095-R10	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	970,8
10	R096-R10	Ripio	Comunal	Medio	Malo	59,3
10	R097-R10	Ripio	Comunal	Medio	Regular	730,3
10	R098-R10	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	416,3
10	R099-R10	Ripio	Comunal	Alto	Malo	66,8
10	R100-R10	Ripio	Comunal	Alto	Regular	193,5
10	T064-R10	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	222,8
10	T065-R10	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	253,6
10	T066-R10	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	427,2
10	T067-R10	Tierra	Comunal	Medio	Malo	46,4
10	T068-R10	Tierra	Comunal	Medio	Regular	34,7
11	R101-R11	Ripio	Nacional	Bajo	Bueno	235,4
11	R102-R11	Ripio	Nacional	Medio	Bueno	408,6

CUADRO N° 4.14: TIPO LOGÍAS DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS A MODELAR

Región	Código	Tipo	Importancia de la Ruta	Nivel de Tránsito	Estado	Km
11	R103-R11	Ripio	Nacional	Alto	Bueno	53,2
11	R104-R11	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	135,9
11	R105-R11	Ripio	Regional	Medio	Bueno	226,7
11	R106-R11	Ripio	Regional	Medio	Regular	113,8
11	R107-R11	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	263,0
11	R108-R11	Ripio	Comunal	Bajo	Malo	54,1
11	R109-R11	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	331,8
11	R110-R11	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	68,0
11	R111-R11	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	66,7
11	T069-R11	Tierra	Regional	Bajo	Regular	66,8
11	T070-R11	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	63,1
11	T071-R11	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	230,9
12	R112-R12	Ripio	Nacional	Medio	Bueno	114,6
12	R113-R12	Ripio	Regional	Bajo	Bueno	854,4
12	R114-R12	Ripio	Regional	Bajo	Regular	170,7
12	R115-R12	Ripio	Regional	Medio	Bueno	223,1
12	R116-R12	Ripio	Regional	Medio	Regular	55,8
12	R117-R12	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	305,4
12	R118-R12	Ripio	Comunal	Bajo	Regular	352,1
12	R119-R12	Ripio	Comunal	Medio	Regular	31,0
12	T072-R12	Tierra	Regional	Bajo	Bueno	35,0
12	T073-R12	Tierra	Regional	Bajo	Regular	39,3
12	T074-R12	Tierra	Comunal	Bajo	Bueno	175,7
12	T075-R12	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	31,0
12	T076-R12	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	259,7
12	GE24-R12	Grava Estabilizada	Regional	Medio	Bueno	13,1
13	R120-R13	Ripio	Regional	Medio	Bueno	36,7
13	R121-R13	Ripio	Regional	Alto	Bueno	30,8
13	R122-R13	Ripio	Comunal	Bajo	Bueno	58,4
13	R123-R13	Ripio	Comunal	Medio	Bueno	73,0
13	R124-R13	Ripio	Comunal	Medio	Regular	56,3
13	R125-R13	Ripio	Comunal	Alto	Bueno	68,3
13	R126-R13	Ripio	Comunal	Alto	Regular	32,3
13	T077-R13	Tierra	Comunal	Bajo	Malo	63,2
13	T078-R13	Tierra	Comunal	Bajo	Regular	61,2
13	T079-R13	Tierra	Comunal	Medio	Bueno	90,5
13	T080-R13	Tierra	Comunal	Medio	Malo	87,7
13	T081-R13	Tierra	Comunal	Medio	Regular	169,9
13	T082-R13	Tierra	Comunal	Alto	Bueno	46,3
13	T083-R13	Tierra	Comunal	Alto	Regular	84,2
13	CP24-R13	Capa de Protección	Regional	Medio	Regular	10,4
13	CP25-R13	Capa de Protección	Regional	Alto	Malo	12,4
13	CP26-R13	Capa de Protección	Comunal	Bajo	Regular	30,6
13	CP27-R13	Capa de Protección	Comunal	Medio	Bueno	25,8
13	CP28-R13	Capa de Protección	Comunal	Medio	Regular	32,4
13	CP29-R13	Capa de Protección	Comunal	Alto	Bueno	28,6
13	CP30-R13	Capa de Protección	Comunal	Alto	Regular	12,0
Total						62.749,6

Fuente: Elaboración propia.

4.2 RED IV REGIÓN

Se ha realizado una tramificación de la red vial IV región en base a los datos de inventario vial y mediante la visita a terreno. Esta tramificación se basó en agrupar los tramos de acuerdo a carpeta de rodadura, espesores de capas, capacidad de soporte y tipo de suelo. Además se ha ajustado esta tramificación asociándole los datos de tránsito e IRI.

Posteriormente se llevó a cabo la sectorización final de las rutas considerando el análisis de los datos recogidos en terreno, tales como deterioros superficiales e información actualizada proveniente de la Dirección Regional de Vialidad de la IV región. Además, profesionales del equipo de trabajo y de la Dirección de Vialidad, realizaron una visita a terreno para definir en forma más precisa los sectores finales a modelar.

La tramificación final de la red vial de la IV región se indica en el Cuadro N° 4.15, donde se indican las características más relevantes de cada tramo. En total se tienen 100 sectores homogéneos de acuerdo al tipo de carpeta de rodadura, espesores de capas, tipos de suelo, geometría, de los cuales 5 no son modelables por corresponder a obra de arte (badén) y estructura de adoquines. El detalle de la información asociada a cada tramo se presenta en el ANEXO 4.2. TRAMIFICACIÓN RED PILOTO IV REGION, donde se incluyen datos de tránsito, deterioro, geometría y clima.

CUADRO N° 4.15: TRAMIFICACIÓN FINAL RED VIAL IV REGIÓN

Nº Sector	CODIGO	LON	KI	KF	PIST	A_CON	TCON	INTER	EECR	TCR	EB	TB	ESB	TSB	CBR	TS	LONLOS	APIS	TOPONIMO
1	64B041	0.800	4.900	5.700	12	1962	N	SR92	180	HOR	150	GRA	150	GRA	30	GP	6.0	3.0	Límite Urbano La Serena - Aeródromo
2	64B041	3.440	5.700	9.140	12	1996	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	Aeródromo - Pte Talca
3	64B041	6.830	9.140	15.970	12	1962	N	SR92	180	HOR	150	GRA	150	GRA	30	GP	6.0	3.5	-
4	64B041	5.430	15.970	21.400	12	1962	N	SR92	180	HOR	150	GRA	150	GRA	30	GP	6.0	3.5	-
5	64B041	2.480	21.400	23.880	12	2000	R		50	ACC	150	GRE	200	GRA	30	GP	0.0	3.5	Puente Talca - Puente Arrayán
6	64B041	3.790	23.880	27.670	12	2003	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	Puente Arrayán -
7	64B041	2.030	27.670	29.700	12	2003	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	Puente Arrayán -
8	64B041	2.900	29.700	32.600	12	2003	R		40	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	-
9	64B041	2.900	32.600	35.500	12	2001	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	-
10	64B041	0.770	35.500	36.270	12	2001	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	-
11	64B041	2.157	36.270	38.427	12	2001	R		50	ACC	180	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	-
12	64B041	4.023	38.427	42.450	12	2003	R		40	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	-
13	64B041	8.950	42.450	51.400	12	1997	N	BA00	60	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.5	Variante Puclaro
14	64B041	3.870	51.400	55.270	12	2002	R		40	ACC	150	GRE	200	GRA	30	GP	0.0	3.5	BadÚn S. Carlos -
15	64B041	2.070	55.270	57.340	12	2002	R		40	ACC	150	GRE	200	GRA	30	GP	0.0	3.5	BadÚn S. Carlos -
16	64B041	3.980	57.340	61.320	12	2002	R		40	ACC	150	GRE	200	GRA	30	GP	0.0	3.5	- BadÚn San Isidro
17	64B041	2.646	61.320	63.966	12	1989	N	BA00	25	DTA	150	GRE	120	GRA	30	GP	0.0	3.5	BadÚn San Isidro -Pte.Rivadavia
18	64B041	8.391	64.011	72.402	12	1989	N	BA00	25	DTA	150	GRE	120	GRA	30	GP	0.0	3.5	BadÚn San Isidro -Pte.Rivadavia
19	64B041	4.379	72.471	76.850	12	1989	N	BA00	25	DTA	150	GRE	120	GRA	30	GP	0.0	3.5	BadÚn San Isidro -Pte.Rivadavia
20	64B041	3.170	76.850	80.020	12	1979	N	SG91	25	DTA	150	GRE	200	GRA	30	GP	0.0	3.5	Puente Rivadavia - Puente Varillar
21	64B041	2.680	80.020	82.700	12	1979	N	SG91	25	DTA	150	GRE	200	GRA	30	GP	0.0	3.5	Puente Rivadavia - Puente Varillar
22	64B041	2.290	82.700	84.990	12	1998	N	BA00	70	ACC	200	GRE	0	-	30	GP	0.0	3.5	-
23	64B041	1.410	84.990	86.400	12	1998	N	BA00	70	ACC	200	GRE	0	-	30	GP	0.0	3.5	-
24	64B041	1.391	86.400	88.300	12	1998	R	BA00	70	ACC	200	GRE	25	DTA	30	GP	0.0	3.5	Chapilca
25	64B041	16.200	88.300	104.500	12	1998	N		70	ACC	200	GRE	0	-	30	GP	0.0	3.5	-
26	64B041	0.900	104.500	105.400	12	1998	R		70	ACC	200	GRE	25	DTA	30	GP	0.0	3.5	Huanta
27	64B041	4.040	105.400	109.440	12	1998	R		70	ACC	200	GRE	25	DTA	30	GP	0.0	3.5	Huanta
28	64B041	21.060	109.440	130.500	12	2003	N		25	DTA	250	GRE	0	-					
29	64B041	18.850	130.500	149.350	12					GRA									

CUADRO N° 4.15: TRAMIFICACIÓN FINAL RED VIAL IV REGIÓN

N° Sector	CODIGO	LON	KI	KF	PIST	A_CON	TCON	INTER	EECR	TCR	EB	TB	ESB	TSB	CBR	TS	LONLOS	APIS	TOPONIMO
30	64B043	2.120	0.000	2.120	12	1960	N	SJ88	180	HOR	150	GRA	150	GRA	15	SM	6.0	3.5	Ovalle -
31	64B043	1.880	2.120	4.000	12	1988	R		40	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	-
32	64B043	3.000	4.000	7.000	12	1998	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	- Acc. a la Cocina
33	64B043	6.000	7.000	13.000	12	1988	R	BA03	40	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	Acc. a la Cocina - Higuera
34	64B043	7.000	13.000	20.000	12	1988	R	BA03	40	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	Acc. a la Cocina - Higuera
35	64B043	0.740	20.000	20.740	12	1999	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	Acc. a la Cocina - Higuera
36	64B043	7.460	20.740	28.200	12	1999	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	Acc. a la Cocina - Higuera
37	64B043	3.500	28.200	31.700	12	1988	R		40	ACC	50	AFD	150	GRE	30	GM	0.0	3.5	Higuera - I.C.Las Cardas
38	64B043	4.800	31.700	36.500	12	1988	R		40	ACC	50	AFD	150	GRE	30	GM	0.0	4.0	Cuesta Las Cardas
39	64B043	3.500	36.500	40.000	12	1988	R	SG95	40	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	F.C.Las Cardas - Ac.Tambillo
40	64B043	11.120	40.000	51.120	12	1988	R	SG95	40	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	F.C.Las Cardas - Ac.Tambillo
41	64B043	5.900	51.120	57.020	12	1970	N	SG95	50	AFD	150	GRE	150	GRA	20	SM	0.0	3.5	Ac.P.Tambillo - Andacollo
42	64B043	1.980	57.020	59.000	12	1988	R	SG95	40	ACC	50	AFD	150	GRE	30	GM	0.0	3.5	Andacollo - Pan de Az-car
43	64B043	7.640	59.000	66.640	12	1988	R	SG95	40	ACC	50	AFD	150	GRE	30	GM	0.0	3.5	Andacollo - Pan de Az-car
44	64B043	8.920	66.640	75.560	12	1960	N	SJ98	180	HOR	150	GRA	150	GRA	15	SM	6.0	3.5	Pan de Az-car - Cruce Ruta D-429
45	64B043	4.420	75.560	79.980	13	1997	N		60	ACC	150	GRA	150	GRA	15	SM	0.0	3.5	-
46	64B043	0.800	79.980	80.780	13	1993	N		200	HOR	150	GRA	150	GRA	15	SM	4.0	3.5	Cruce Ruta D-429 - 4 Esquinas D-419
47	64B043	4.420	75.560	79.980	24	1997	N		60	ACC	150	GRA	150	GRA	15	SM	0.0	3.5	-
48	64B043	0.800	79.980	80.780	24	1993	N		200	HOR	150	GRA	150	GRA	15	SM	4.0	3.5	Cruce Ruta D-429 - 4 Esquinas D-419
49	64B045	2.800	0.000	2.800	12	1985	R	SG94	40	ACC	150	GRE	60	AFD	40	GP	0.0	3.5	Ruta 5 - Altos de la Chimba
50	64B045	2.000	2.800	4.800	12	1985	R	SG94	40	ACC	150	GRE	60	AFD	40	GP	0.0	3.5	Ruta 5 - Altos de la Chimba
51	64B045	2.800	4.800	7.600	12	1985	R	SG94	40	ACC	150	GRE	60	AFD	40	GP	0.0	3.5	Ruta 5 - Altos de la Chimba
52	64B045	12.400	7.600	20.000	12	1985	R	SG94	40	ACC	150	GRE	60	AFD	40	GP	0.0	3.5	Ruta 5 - Altos de la Chimba
53	64B045	6.200	20.000	26.200	12	1985	R	SG94	40	ACC	150	GRE	60	AFD	40	GP	0.0	3.5	Ruta 5 - Altos de la Chimba
54	64B045	1.220	26.200	27.420	12	1985	R	SG94	40	ACC	150	GRE	60	AFD	40	GP	0.0	3.5	Ruta 5 - Altos de la Chimba
55	64B045	3.480	27.420	30.900	12	1985	R	SG98	40	ACC	150	GRE	60	AFD	40	GP	0.0	3.5	A. de la Chimba - P. La Chimba
56	64B045	2.120	30.900	33.020	12	1960	N	SR85	180	HOR	150	GRA	150	GRA	40	GP	6.0	3.5	Puente La Chimba - Ovalle
57	64C051	7.680	0.000	7.680	12	1998	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	Cruce Ruta 43 -
58	64C051	4.320	7.680	12.000	12	1989	N	SG98	25	DTA	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	-
59	64C051	2.500	12.000	14.500	12	1989	N	SG98	25	DTA	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.5	- BadÚn Maitencillo
60	64C051	4.480	14.500	18.980	12	1992	N		25	DTA	150	GRE	150	GRA	40	GP	0.0	3.0	BadÚn Maitencillo -

CUADRO N° 4.15: TRAMIFICACIÓN FINAL RED VIAL IV REGIÓN

Nº Sector	CODIGO	LON	KI	KF	PISTA	A_CON	TCON	INTER	EECR	TCR	EB	TB	ESB	TSB	CBR	TS	LONLOS	APIS	TOPONIMO
61	64C051	7.400	18.980	26.380	12	1991	N		25	DTA	150	GRE	150	GRA	40	GP	0.0	3.0	-
62	64C051	0.730	26.380	27.110	12	1984	N		25	DTA	150	GRE	150	GRA	40	GP	0.0	3.0	- Amenßbar Esq. Avda.La Serena
63	64C485	7.120	0.000	7.120	12	1993	N	BA00	25	DTA	200	GRE	200	GRA	30	GM	0.0	3.0	Cruce Ruta 41 -
64	64C485*	0.580	7.120	7.700	12	1970	N		25	ADO	200	GRE	200	GRA	30	GM	0.0	3.0	-
65	64C485	8.210	7.700	16.020	12	1997	N	SG02	25	DTA	200	GRE	20	GRA	30	GM	0.0	3.5	- Paihuano
66	64C485 *	0.720	16.020	16.740	12	1970	N		25	ADO	200	GRE	200	GRA	30	GM	0.0	3.0	Paihuano -
67	64C485	1.930	16.740	18.670	12	1997	N	SG02	25	DTA	200	GRE	20	GRA	30	GM	0.0	3.5	-
68	64C485	0.290	18.670	18.960	12	1997	N	BA00	50	ACC	150	GRE	20	GRA	30	GM	0.0	3.5	-
69	64C485	1.100	18.900	20.000	12	1997	N	SG02	25	DTA	200	GRE	20	GRA	30	GM	0.0	3.5	-
70	64C485 *	0.750	20.000	20.750	12	1970	N		25	ADO	200	GRE	200	GRA	30	GM	0.0	3.0	- Pisco Elqui
71	64C595	2.380	0.000	2.380	12	1999	N		25	DTA	200	GRE	200	GRA	4	CL	0.0	3.5	Cruce Ruta 43 -
72	64C595	2.750	2.380	5.130	12	1999	N		25	DTA	170	GRE	150	GRA	5	GC	0.0	3.5	-
73	64C595	4.670	5.130	9.800	12	1999	N		25	DTA	200	GRE	200	GRA	6	GC	0.0	3.5	-
74	64C595	5.900	9.800	20.000	12	2001	N		25	DTA	180	GRE	180	GRA	20	GW	0.0	3.5	Asociaci³n Canalistas - Tahuinca
75	64C595	3.258	20.000	26.500	12	2001	N		25	DTA	180	GRE	180	GRA	20	GP	0.0	3.5	Tabaqueros - Huampulla
76	64C595	3.940	26.500	30.440	12	2001	N		25	DTA	180	GRE	180	GRA	30	GP	0.0	3.5	Samoalto
77	64C595 *	0.540	30.440	30.980	12	1997	N		25	ADO	150	GRE	0		30	GP	0.0	3.5	Samoalto
78	64C595	0.840	30.980	31.820	12	2001	N		25	DTA	180	GRE	180	GRA	30	GP	0.0	3.5	Samoalto
79	64D205	2.360	0.000	2.360	12	2000	R		50	ACC	150	GRE	150	GRA	15	SM	0.0	3.0	Ruta 5 -
80	64D205	4.940	2.360	7.300	12	1994	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	25	GM	0.0	3.0	- Bif. Der. Altovalsol (D-305)
81	64D305	8.560	0.000	8.560	12	1996	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	25	GM	0.0	3.0	Bif. Almirante Latorre (D-205) - Altovalsol
82	64D305	13.640	8.560	22.200	12					GRA									
83	64D305	4.200	22.200	26.400	12					GRA									
84	64D305	1.200	26.400	27.600	12					STB									
85	64D315	1.780	0.000	1.780	12	1998	N		25	DTA	150	GRE	150	GRA	25	GM	0.0	3.5	Cruce Ruta 41 Ch -
86	64D325	1.010	0.000	1.010	12	1970	N		50	ACC	150	GRE	150	GRA	30	GM	0.0	3.0	Cruce Ruta 41 Ch -
87	64D410	3.800	0.000	3.800	12	1976	N	SG00	25	DTA	150	GRE	200	GRA	20	SM	0.0	3.5	Ruta 5 - LÝmite Urbano Guanaquero
88	64D419	1.600	0.000	1.600	12	1985	N		50	AFD	150	GRE	200	GRA	20	SM	0.0	3.5	Ruta 5- Calle Balmaceda
89	64D420	3.700	0.000	3.700	12	1978	N	SG92	25	DTA	150	GRE	200	GRA	20	SM	0.0	3.5	Cruce Ruta D-410 - Cruce Ruta D-420
90	64D420	2.700	3.700	6.400	12	1978	N	SG92	25	DTA	150	GRE	200	GRA	20	SM	0.0	3.5	Cruce Ruta D420 - Tongoy
91	64D420	4.960	6.400	11.360	12	1978	N	SG92	25	DTA	150	GRE	200	GRA	20	SM	0.0	3.5	Cruce Ruta D420 - Tongoy

CUADRO N° 4.15: TRAMIFICACIÓN FINAL RED VIAL IV REGIÓN

N° Sector	CODIGO	LON	KI	KF	PIST	A_CON	TCON	INTER	EECR	TCR	EB	TB	ESB	TSB	CBR	TS	LONLOS	APIS	TOPONIMO
92	64D440	11.800	0.000	11.800	12	1997	N		25	DTA	150	GRE	200	GRA	20	SM	0.0	3.5	Cruce Ruta 5 - Cruce Ruta D430
93	64D505	6.750	0.450	7.200	12	1998	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.0	Quebrada Seca - El Trapiche
94	64D505	3.800	7.200	11.000	12	1998	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.0	Quebrada Seca - El Trapiche
95	64D505	1.500	11.000	12.500	12	1998	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.0	Quebrada Seca - El Trapiche
96	64D505	3.420	12.500	15.920	12	1998	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.0	Quebrada Seca - El Trapiche
97	64D505*	0.780	15.920	16.700	12	1998	N			HOR	-	-	-	-	-	-	-	-	Quebrada Seca - El Trapiche
98	64D505	7.250	16.700	23.950	12	1998	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.0	Quebrada Seca - El Trapiche
99	64D505	5.050	23.950	29.000	12	1996	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.3	El Trapiche -
100	64D505	7.200	29.000	36.200	12	1994	N		25	DTA	200	GRE	150	GRA	30	GP	0.0	3.3	-

Notas: eecr: espesor externo carpeta de rodadura

* Tramos no modelados por corresponder a badén o estructura de Adoquines

Tcr: tipo de carpeta de rodadura

Eb: espesor base

Tb: tipo de base

Esb: espesor subbase

Tsb: tipo de subbase

Ts: tipo de suelo

4	TRAMIFICACIÓN DE LA RED EN ESTUDIO	4-1
4.1	RED NACIONAL.....	4-1
4.1.1	<i>Definición de Variables de Estratificación.....</i>	<i>4-1</i>
4.1.2	<i>Tramificación de Kilómetros de Caminos Pavimentados</i>	<i>4-4</i>
4.1.3	<i>Tramificación de Kilómetros de Caminos No Pavimentados.....</i>	<i>4-23</i>
4.2	RED IV REGIÓN	4-37

5 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RED IV REGIÓN

A continuación se presentan los procedimientos y tecnología utilizadas en la obtención de los distintos antecedentes geométricos y de estado (condición de los pavimentos). Se llevó una evaluación del estado actual del pavimento, realizándose visitas a terreno por un Ingeniero Especialista, mediciones de Regularidad (IRI) y Macro textura del pavimento mediante Perfilometría Láser, Ensayos de Deflectometría de Impacto (FWD), cubicación de elementos complementarios y verificación de inventario a partir de un Video Referenciado kilométricamente de las rutas, mediciones de Retroreflectancia de Señales Verticales, un Levantamiento Georeferencial del eje longitudinal de las rutas, mediciones de Ahuellamiento y Escalonamiento, e inspección de deterioros superficiales.

Estos antecedentes son necesarios como datos de entrada para la modelación con HDM-4.

5.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LOS PAVIMENTOS

5.1.1 Metodología para la obtención del IRI (m/km)

La evaluación funcional determina la capacidad de servicio que presta un pavimento al usuario. En este estudio se determinó la rugosidad como indicador del estado funcional del pavimento. La rugosidad se expresó en términos del IRI, cuya unidad es m/km. El IRI se calculó para todas las pistas existentes en las rutas.

En las pistas pavimentadas se utilizó el Perfilómetro Láser, modelo ARRB “Two Laser Profiler” (TLP). Este equipo permite levantar el perfil longitudinal relativo del camino. Posteriormente, el IRI se calcula utilizando un modelo matemático de un vehículo Estándarizado, conocido como Quarter Car, el cual determina los movimientos verticales de éste circulando a una velocidad de 80 km/hora sobre el perfil del camino. De esta forma es posible conocer el IRI que caracteriza la condición funcional de la pista.

A modo de referencia, se puede indicar que el perfilómetro láser utilizado clasifica como clase 1, de acuerdo al estándar ASTM E 950 - 94. El equipo utilizado es capaz de medir en forma continua sin interrumpir la circulación del tránsito. La Figura 1 presenta una fotografía del equipo.

Descriptivamente, el equipo cuenta con dos cámaras láser, cada una de las cuales se posiciona sobre cada una de las huellas de la pista a transitar. Cada cámara láser emite un rayo láser cuyo reflejo es registrado permitiendo así evaluar la distancia del emisor láser al pavimento. Sin embargo, esta distancia está afectada por el movimiento vertical propio de la amortiguación del vehículo de medición. Para eliminar este efecto, el equipo cuenta con acelerómetros que corrigen tal distorsión en la distancia. Así la distancia corregida va construyendo el perfil relativo sobre la huella de la pista transitada, a partir de este se calcula el IRI (m/km).

FIGURA 1. PERFILÓMETRO LÁSER, MODELO ARRB "TWO LASER PROFILER" (TLP).



De esta forma, posteriormente se determinó el IRI cada 200 m para cada pista. En el proceso no se consideran las singularidades del camino como los puentes, cambios de pavimentos, etc. Luego se determinó la media fija de 5 tramos consecutivos de 200 m (Manual de Carreteras, Volumen N°5, 2003). En aquellos casos en que no fue posible formar una media fija, se calculó el promedio aritmético de los valores con que se contaba, hasta un mínimo de dos.

Para el caso de superficies granulares, la evaluación se realiza con el "Bump Integrator". Este es un equipo de medición por respuesta y que es utilizado en tipos de superficie más irregulares y/o de alto IRI, en particular en pavimentos de carpeta granular. Además, es independiente de las condiciones climáticas. En la figura siguiente se presenta una fotografía del equipo.

FIGURA 2. BUMP INTEGRATOR.



El "Bump Integrator" está compuesto por un dispositivo mecánico que registra el movimiento relativo entre la carrocería del vehículo en que va montado y el centro del eje donde van montadas las ruedas. Con este equipo la medición se realiza a la velocidad de circulación o una velocidad definida por el vehículo de medición. Este equipo entrega como resultado el índice BI el cual se correlaciona para obtener el IRI cada 200 metros.

5.1.2 Resultados IRI (m/km)

Las mediciones se realizaron entre el 21 y 25 de octubre del 2003, y abarcaron todas las rutas. En el Anexo N° 5.1 IRI se adjuntan los registros obtenidos de la evaluación funcional, expresada en términos del IRI cada 200 m.

A modo de referencia podemos decir que en la actualidad, para las Rutas Concesionadas, las Especificaciones Técnicas y Bases de Licitación exigen en pavimentos nuevos $IRI < 2.0$ m/km, mientras que en servicio no deben superar 3.5 m/km.

5.1.3 Metodología para la obtención de la Macrotextura, SMTD (mm)

Por otro lado, la medición de macrotextura se realizó mediante perfilometría láser, obteniéndose a través de microprocesadores que calculan la macrotextura a intervalos de 280 mm, ajustándose en cada intervalo un polinomio de 2° orden. Posteriormente se calculan los residuos para evaluar el SMTD "sensor mean texture depth" y luego se resume en unidades de muestra de 200 metros, obteniéndose así un indicador continuo de **macrotextura con perfilometría láser**, SMTD en mm. Cabe señalar que estas mediciones permitirán caracterizar la superficie de rodado en macrotextura, factor importante en la adherencia de un neumático a un pavimento. El rol de la macrotextura es permitir una

evacuación rápida del agua que se deposita sobre la superficie de un pavimento. Mientras mayor es la profundidad de la macrotextura, la resistencia al deslizamiento que ofrece el pavimento es mayor.

Para la macrotextura no existen normas o especificaciones de parte del LNV que indiquen cual es la metodología de análisis a seguir con los resultados obtenidos con perfilometría láser, por lo cual fueron adoptadas las indicadas para el análisis del IRI.

5.1.4 Resultados Macrotextura, SMTD (mm)

Las mediciones se realizaron al mismo tiempo que la obtención del IRI, y abarcaron todas las rutas. En el ANEXO N° 5.2 MACROTEXTURA se adjuntan los registros obtenidos de la macrotextura, expresada en términos del SMTD cada 200 m.

A modo de referencia podemos decir que, de acuerdo al ORD N° 04630 del LNV, referente a los "Criterios Técnicos para Pavimentos en Rutas Concesionadas", el umbral recomendado de macrotextura es 0.35 en todo momento.

5.2 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CON EL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO

5.2.1 Metodología del Deflectómetro de Impacto

5.2.1.1 Descripción del Deflectómetro de Impacto

El Deflectómetro de Impacto (FWD) es un equipo que aplica una carga de impacto a la superficie del pavimento, determinando los desplazamientos verticales (cuenco de deflexiones) producidas en él. Se trata de un ensayo no destructivo, que simula el comportamiento del pavimento ante el paso de los vehículos pesados. Puede ser utilizado en pavimentos de asfalto, hormigón o una composición de ambos, o bien, sobre cualquier capa de un pavimento en construcción. A través del análisis de este cuenco se obtiene información de la rigidez de la estructura de pavimentos y su suelo de fundación, siendo ella muy importante para definir la condición de la estructura a lo largo de un proyecto. Lo anterior es fundamental para evaluar actividades relacionadas con la rehabilitación, mantención o control de calidad.

El modelo de FWD que se utilizará en este estudio es capaz de generar cargas de hasta 120 kN (12 toneladas) y funciona con nueve sensores para medir deflexiones. El FWD es remolcado por un vehículo desde el cual se realiza toda la operación del equipo y la recolección de datos en forma automática. A continuación (Figura 3) se muestra el equipo realizando mediciones del proyecto.

FIGURA 3. DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO DYNATEST FWD 8000



En el proyecto en estudio se emplearon los resultados para determinar las siguientes características del pavimento:

- a) Caracterización de los materiales de las capas: La caracterización de las capas según su rigidez es indispensable al momento de diseñar una medida de mantención. El FWD permite obtener los parámetros de rigidez de cada una de las capas del pavimento, por ejemplo: deflexión máxima, valores del módulo de reacción de la subrasante (k), módulo de resiliente de la subrasante (M_R), valores de módulos elásticos de capas superiores: asfalto (E_{asf}) y hormigón (E_{hor}) y el número estructural efectivo de los pavimentos asfálticos.
- b) Identificación de secciones uniformes (tramificación): El FWD permite determinar cambios en la capacidad estructural del pavimento, los que se pueden deber a cambios en la estructuración, los deterioros o el suelo. Por ejemplo, se puede determinar que un tramo tiene en promedio mejores características de deflexión que otro, y, dentro de un mismo tramo, se puede establecer si este posee o no buena dispersión de esa variable.

A partir de la información proporcionada por el FWD es posible realizar diversos estudios sobre la capacidad estructural de los pavimentos, entre los que se encuentran: evaluación de la capacidad estructural y vida remanente, lo que permite efectuar un buen diseño de las

rehabilitaciones. Por ejemplo, en diseño de rehabilitaciones se puede utilizar la información de las características de las capas para identificar tramos que requieran soluciones distintas y además utilizar dichos valores para diseñar las rehabilitaciones según el método AASHTO, el que reconoce y establece procedimientos con FWD.

5.2.1.2 Descripción de las variables entregadas por el FWD.

El Deflectómetro de Impacto puede ser utilizado para obtener diversa información estructural de los pavimentos. En el proyecto en referencia se realizó la medición de deflexiones en la huella externa de la pista (pavimentos asfálticos), con lo que se logra caracterizar los materiales y el comportamiento de las capas.

La caracterización de las capas corresponde al proceso de retroanálisis mediante el cual se obtienen las características o parámetros que son representativos de la condición estructural de cada capa. Entre las características más relevantes se encuentran:

- i. **D0 @ 50 kN (20°C)**: Deflexión máxima normalizada a una carga de 50 kN (a una temperatura de 20°C en el caso de los pavimentos asfálticos) representa la deflexión vertical de la superficie del pavimento, bajo el punto donde se aplica la carga. Este parámetro es un indicador general de la condición estructural de los pavimentos, cuyo principal uso es definir tramos que presenten diferentes características estructurales.
- ii. **k**: módulo de reacción de la subrasante. Representa la razón entre la carga aplicada y la deflexión debido a ella. Este parámetro se emplea para caracterizar el suelo de la subrasante en un pavimento de hormigón.
- iii. **M_R**: Módulo resiliente de la subrasante. Representa el módulo elástico del suelo luego de aplicar cargas cíclicas sobre él. Este parámetro se emplea para caracterizar el suelo de la subrasante en un pavimento asfáltico y se utiliza en los diseños de pavimentos asfálticos y de recapado asfáltico sobre hormigón.
- iv. **NE_{ef}**: Número estructural efectivo, se obtiene del retroanálisis de los pavimentos asfálticos y considera tanto las capas asfálticas como las granulares. El número estructural es un concepto introducido en la prueba AASHO para caracterizar la capacidad estructural de los pavimentos asfálticos y utilizado por el método AASHTO para el diseño de pavimentos de asfalto.

5.2.2 Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento de Hormigón.

La recolección de datos con FWD se realizó entre los días 27 de noviembre al 1° de diciembre del 2003. Los ensayos fueron realizados en cada tramo homogéneo definido, sumando un total de 18 ensayos de tres golpes cada uno. En cada ensaye se mide la carga aplicada y las deflexiones producidas a una distancia 0, 20.3, 30.5, 45.7, 61.0, 76.2, 91.4, y 152.4 cm (0, 8, 12, 18, 24, 30, 36 y 60 pulgadas), medidas desde el centro del plato de carga en la dirección y sentido del avance del tránsito. Se utilizó un plato de carga con un radio de 15 cm (5.91 pulgadas).

Los ensayos fueron realizados en la huella externa de la pista, zona de concentración de solicitaciones en los pavimentos asfálticos. En el caso de los pavimentos de hormigón, se realizaron ensayos en el centro de la losa. El procedimiento de retroanálisis utilizado en este estudio corresponde al recomendado por la Guía de Diseño Estructural AASHTO 1993. A continuación se presentan un resumen con los principales resultados para ambos tipos de ensayos. En el ANEXO N° 5.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL se presenta los resultados obtenidos de los ensayos de deflexiones, los parámetros obtenidos son los siguientes.

- **Deflexión máxima (D_0 , ?m):** Corresponde a la deflexión máxima normalizada a una carga de 50 kN. Esta variable se obtiene a partir de la medición directa de ensayo de carga realizado con el FWD. Esta variable es un indicador altamente confiable de la respuesta de todo el sistema de pavimento.
- **Módulo de reacción de la subrasante (k , MP/m):** La constante de balasto, o módulo de reacción de la subrasante, se determinó mediante retroanálisis según la metodología propuesta por AASHTO 93.

De acuerdo a las recomendaciones del Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002, para corregir los módulos dinámicos retroanalizados a módulos estáticos¹ se debe utilizar el factor B calculado según las relaciones presentadas en la Cuadro 5.1.

CUADRO 5.1. VALORES DEL FACTOR DE CORRECCIÓN B.

Plataforma de Fundación	Factor B
Suelos finos	0.5
Suelos granulares	1.0
Terraplén granular sobre suelo fino	$0.5 + h/6$ $0 < h < 3$ m
Terraplén fino sobre suelo granular	$1.0 - h/6$ $0 < h < 3$ m

Fuente: Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002.

h: Altura de terraplén.

Para $h > 3$ m., utilizar 0.5 ó 1.0 según corresponda, esto es, de acuerdo al tipo de terraplén existente.

¹ Módulo de Reacción equivalente al obtenido de un ensayo de Placa de Carga.

Ya que no se disponen de antecedentes de las características de la plataforma de fundación, se asumió para el factor $B = 1$. Para poder definir el valor de B se requiere disponer de antecedentes de prospección del suelo de fundación o antecedentes de la mecánica de suelos.

5.2.3 Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento Asfáltico.

En este tipo de pavimento se realizaron ensayos en la zona de las huellas o zona de circulación de los vehículos pesados, zona de mayor sollicitación y concentración de deterioros. El procedimiento de retroanálisis utilizado en este estudio corresponde al recomendado por la Guía de Diseño Estructural AASHTO 1993. En el ANEXO N° 5.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de deflexiones, los parámetros obtenidos son los siguientes:

- **Deflexión máxima (D_0 , ?m):** Corresponde a la deflexión máxima normalizada a una carga de 50 kN y a 20°C. Los resultados son variables para cada camino y dentro de ellos para cada estructura.
- **M_R (MPa):** El módulo resiliente de la subrasante es el parámetro utilizado en el método AASHTO para caracterizar al suelo de fundación en el diseño de pavimentos asfálticos. Este se determina a través de un ensayo de laboratorio sobre una muestra extraída del estrato representativo de la subrasante. La limitación de esta metodología es la suposición que la subrasante es un material homogéneo en el sentido vertical, haciendo válido la consideración de una muestra discreta como representativa de la fundación como un todo.

Mediante el proceso de retroanálisis recomendado por la guía de diseño AASHTO se obtiene el módulo elástico (E_s) de la subrasante con los datos de carga y deflexiones (obtenidos con FWD).

De acuerdo a las recomendaciones del Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002, para corregir los módulos elásticos retroanalizados a módulos resilientes² se utilizó el factor C calculado según las relaciones presentadas en el Cuadro 5.2

² Módulo Resiliente equivalente al obtenido de un ensayo de laboratorio.

CUADRO 5.2. VALORES DEL FACTOR DE CORRECCIÓN C.

Plataforma de Fundación	Factor C
Suelos finos	0.33
Suelos granulares	1.0
Terraplén granular sobre suelo fino	$0.33 + 0.67 \cdot h/2$ $0 < h < 2 \text{ m}$
Terraplén fino sobre suelo granular	$1.0 - 0.67 \cdot h/2$ $0 < h < 2 \text{ m}$

Fuente: Manual de Carreteras Volumen 3 en su edición de junio de 2002.

h: Altura de terraplén.

Para $h > 2 \text{ m}$., utilizar 0.33 ó 1.0 según corresponda, esto es, de acuerdo al tipo de terraplén existente.

Dado que en este caso no se disponen antecedentes de la plataforma de fundación, se asumió un factor $C=1$. Para poder definir el valor de C se requiere disponer de antecedentes de prospección del suelo de fundación o antecedentes de la mecánica de suelos.

- **NEe** : Número estructural efectivo, en términos generales, el número estructural representa una magnitud que evalúa la capacidad estructural de un pavimento flexible y es un concepto desarrollado por AASHTO, como resultado de la prueba AASHO (1958-1961). En su cálculo sólo se considera el aporte de las capas por encima de la subrasante.

Este indicador, así como la metodología de cálculo empleada para su cálculo a partir de mediciones con FWD, son conceptos también definidos por AASHTO (AASHTO, 1993). La estructura considerada en el retroanálisis para el cálculo del NEe fue la carpeta de rodadura (carpeta asfáltica) y las capas granulares (base + subbase) de acuerdo a los antecedentes disponibles en el Inventario Vial 2002.

5.3 AUSCULTACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS (MONOGRAFÍA DE PAVIMENTOS)

5.3.1 Metodología de Auscultación

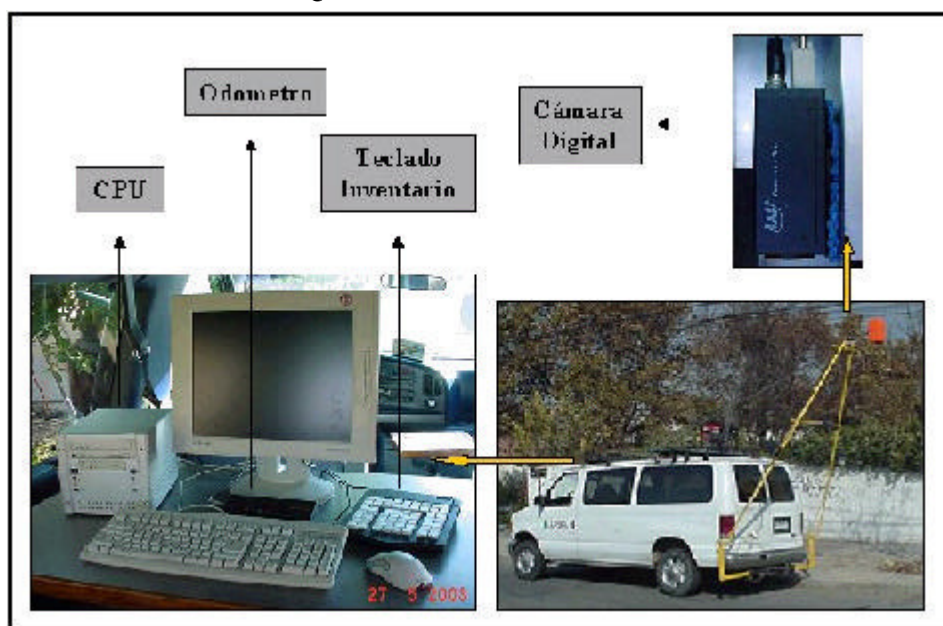
La auscultación visual determina la presencia de deterioros y recoge cualquier otro aspecto de terreno que sea considerado relevante, con el fin de servir de base para la determinación del estado actual, estimación de la vida remanente, predicción del comportamiento futuro del pavimento y definir acciones de rehabilitación.

Se utilizó un sistema automatizado denominado “Pave Inspect Uni Survey”, que incorpora tecnología de punta para el registro de imágenes del estado de la superficie de los pavimentos.

El sistema está compuesto por una cámara de vídeo digital de alta resolución montada sobre un vehículo que permite tomar imágenes digitales del pavimento y una unidad CPU en la que se almacenan y procesan las imágenes.

En la figura siguiente se presenta el sistema de adquisición descrito anteriormente y un ejemplo del registro obtenido en terreno de los pavimentos.

FIGURA 4. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DEL REGISTRO DIGITAL DEL PAVIMENTO.



Se realizó una auscultación visual del pavimento por muestreo, auscultándose el 4% de área total del camino. En el caso de los pavimentos asfálticos la metodología de muestreo consiste en términos generales en auscultar 10 metros continuos cada 250 metros, con lo que se tienen cuatro unidades de muestra por kilómetro en ambas pistas.

En el caso de los pavimentos de hormigón, se analizan las primeras 10 losas en cada kilómetro. La clasificación de los deterioros se realiza de acuerdo con el “Instructivo de Inspección Visual de Caminos Pavimentados a Nivel de Red, 2003”, Departamento de Gestión Vial, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.

5.3.2 Resultados de los Deterioros Superficiales

Para procesar los registros digitales y obtener los datos necesarios para el modelo HDM-4, sobre el total de las imágenes recolectadas en la pista auscultada se cuantificaron los deterioros superficiales posterior a la recolección de imágenes, evaluando la condición del pavimento mediante la utilización de un software especialmente diseñado para realizar el reconocimiento de imágenes, obteniendo así el porcentaje de agrietamiento del pavimento con sus respectivos tipos de grietas y severidades. Los resultados de este análisis se entregan en el ANEXO 5.4 INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS.

5.3.3 Metodología para la obtención del Ahuellamiento

El ahuellamiento fue medido con un Perfilómetro de Ultrasonido (Transverse Profile Logger, TPL). El TPL está compuesto por: 6 unidades UMSA (Ultrasonic Measurement Sensors Arrays), un controlador maestro y una barra portadora. Cada unidad UMSA cuenta con 5 sensores. En total son 30 sensores de ultrasonido individuales espaciados a 100 mm para la obtención del perfil transversal de la vía desde una referencia móvil situada en un vehículo en movimiento.

El equipo cuenta además con un sensor patrón el cual es utilizado para la corrección de los datos por efectos ambientales. Su operación se realiza en conjunto con el sistema de posicionamiento kilométrico y velocidad, permitiendo al usuario definir los intervalos de muestreo para la obtención de los datos, los cuales son almacenados en un computador para su posterior post-proceso.

Una vez registrado el perfil se procede a identificar los topónimos en la vía, para luego identificar las singularidades del camino tales como pavimentos de hormigón u otras

singularidades que afectan la medición, las que no se consideran para efectos de la evaluación.

FIGURA 5. TPL, TRANSVERSE PROFILE LOGGER



5.3.4 Resultados Obtenidos de Ahuellamiento.

El ahuellamiento promedio del camino en mm se obtiene a partir del modelamiento matemático de posicionar una regleta de largo definible (de 1.0 a 3.0 m) en ambas huellas del perfil transversal. Con lo anterior, se calculó el ahuellamiento promedio para secciones de 200 m de longitud. El detalle de las mediciones se presenta en el ANEXO N° 5.5 AHUELLAMIENTO.

A modo de ejemplo, el umbral máximo de ahuellamiento permitido en las concesiones es de 15 mm y se pudo obtener de los resultados que las rutas medidas no sobrepasaron los 10 mm de ahuellamiento.

5.3.5 Metodología para la Obtención del Escalonamiento

El escalonamiento se determinó en las 10 losas de la unidad de muestra (1 km) en las pistas 3 y 4 en el caso que se trate de caminos con doble calzada y dos pistas cada calzada, y en las pistas 1 y 2 para el caso de calzadas únicas o de dos pistas bidireccionales.

El escalonamiento corresponde a una deformación vertical producto del asentamiento diferencial de las losas en la junta o grieta por hinchamiento, consolidación o fundación inadecuada, este puede ser positivo o negativo de acuerdo a si baja o sube, respectivamente, de acuerdo a la dirección del tránsito. Geométricamente se define como la diferencia de altura entre las losas que conforman una junta transversal.

El escalonamiento se obtuvo en forma semi automática de registro digital mediante la utilización del equipo Z-250, ver Figura 6. Este equipo aparte de permitir medir el IRI en forma inmediata después de realizar las mediciones en terreno detalladas o de sectores cortos, nos permite medir el desnivel relativo que se produce entre las juntas de losas, para así cuantificar en forma objetiva el escalonamiento en (mm), este se resumirá como escalonamiento promedio por sector homogéneo a modelar.

FIGURA 6. Z – 250 REFERENCE PROFILER



5.3.6 Resultados Obtenidos de Escalonamiento

Los valores de escalonamiento que se obtuvieron por cada tramo de muestra se presentan en el ANEXO N° 5.6 ESCALONAMIENTO. En ellos se puede apreciar que un número importante de losas presenta valores de escalonamiento superior a 6 mm que es el umbral que se utiliza para este parámetro en concesiones.

5.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CALZADA

De los resultados obtenidos se desprende que, en términos promedio, para la tramificación realizada existe un 18% de la longitud evaluada con valores de IRI sobre un umbral referencial permitido en concesiones (3.5 m/km para vías pavimentadas); un 2% de la longitud con valores sobre un agrietamiento referencial (10% de agrietamiento total en pavimentos asfálticos); existe un 7% de la longitud en pavimentos de hormigón sobre el umbral (referencial de 15% de losas con grietas totales) y finalmente no existen tramos con valores sobre el umbral de ahuellamiento y escalonamiento (referencial de 15 mm y 6mm respectivamente).

Vale la pena aclarar que los porcentajes entregados corresponden a los valores promedio por tramo, lo que implica que puedan existir sectores puntuales que superen el umbral referencial, por ejemplo existen losas que superan puntualmente el umbral de 6 mm.

En forma resumida y a modo de comparación, en los gráfico que se presentan a continuación se entregan los datos de los principales indicadores de pavimentos medidos en la red piloto de la IV región por la empresa consultora, contrastados con los utilizados como dato de entrada del PAM 2002.

GRÁFICO 5.1 MEDICION DE IRI AÑO 2002 Y 2003

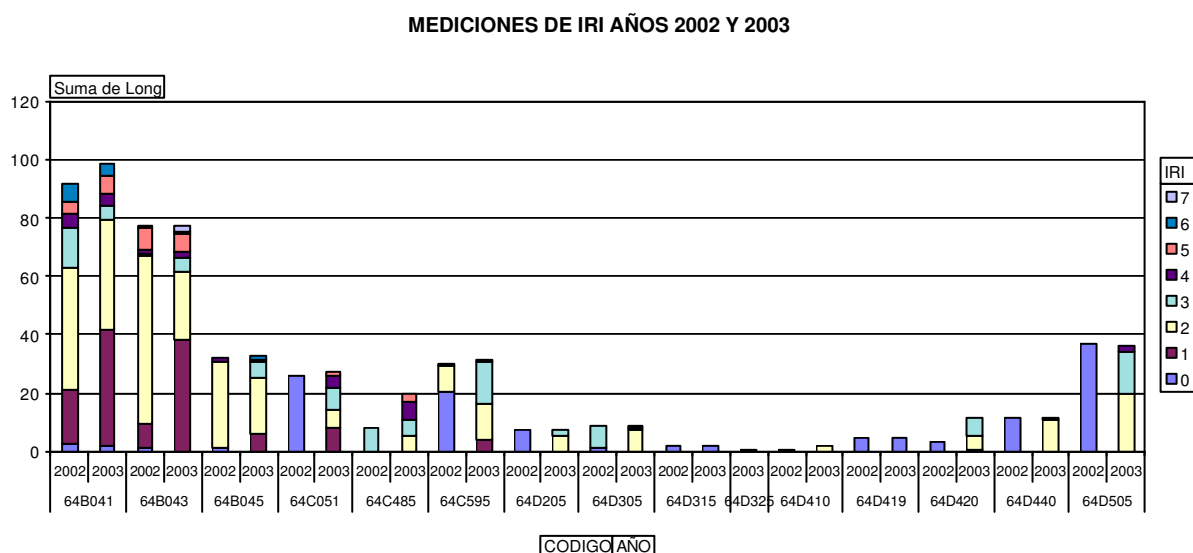


GRÁFICO 5.2 MEDICION DE GRIETAS AÑO 2002 Y 2003

MEDICIONES DE GRIETAS AÑOS 2002 Y 2003

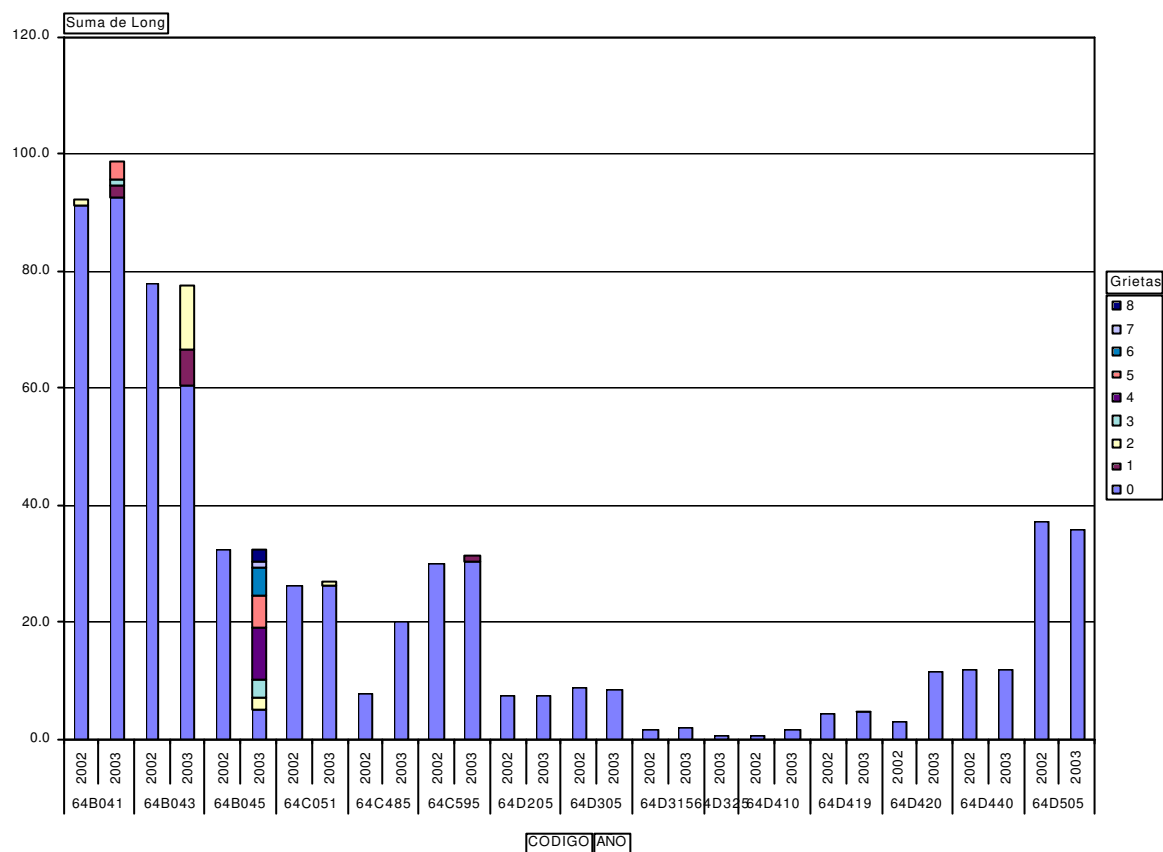


GRÁFICO 5.3 MEDICION DE AHUELLAMIENTO AÑO 2002 Y 2003

MEDICIONES DE AHUELLAMIENTO AÑOS 2002 Y 2003

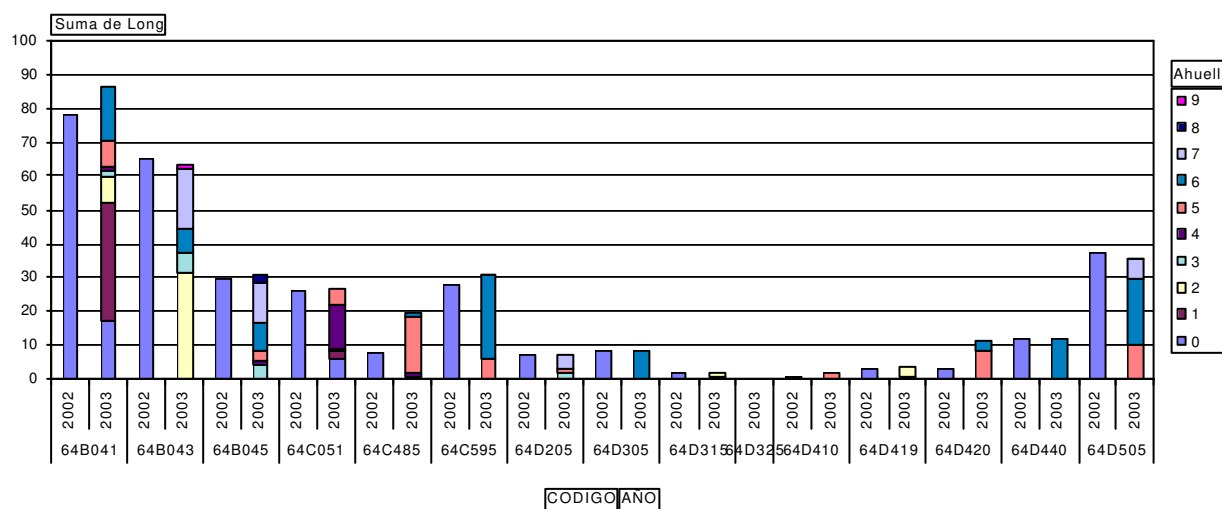
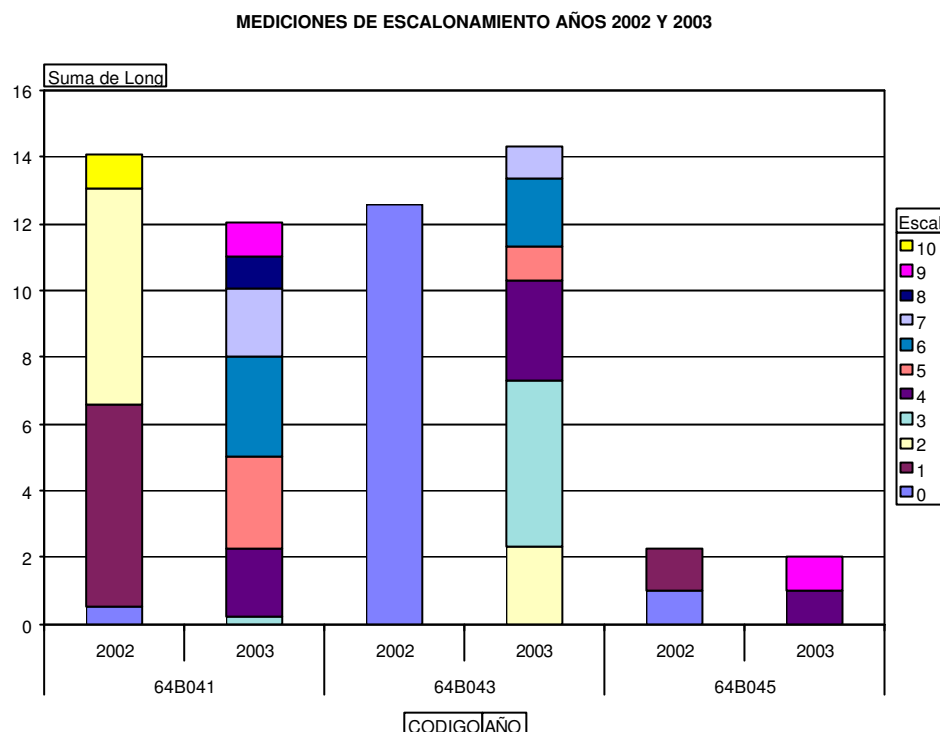


GRÁFICO 5.4 MEDICION DE ESCALONAMIENTO AÑO 2002 Y 2003



En el ANEXO N° 5.7 FIGURAS DE ANÁLISIS DE ESTADOS, se presentan gráficamente los valores obtenidos de la Evaluación Funcional, Estructural y Superficial realizada para cada una de las rutas. Específicamente, se reportan las siguientes figuras:

- FIGURA 7. IRI tramos de 200 m. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 8. IRI Media Fija. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 9. Macrotextura. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 10. Deflexión Máxima. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 11. Módulo Resiliente. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 12. Número Estructural. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 13. Módulo de Reacción. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 14. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos, Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 15. Ahuellamiento. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra. (Pista 1)
- FIGURA 16. Ahuellamiento. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra. (Pista 2)
- FIGURA 17. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón, Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 18. Escalonamiento. Ruta 64B041, La Serena - Paso Agua Negra.
- FIGURA 19. IRI tramos de 200 m. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 20. IRI Media Fija. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 21. Macrotextura. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 22. Deflexión Máxima. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)

- FIGURA 23. Deflexión Máxima. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 24. Módulo Resiliente. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)
- FIGURA 25. Módulo Resiliente. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 26. Número Estructural. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 27. Módulo de Reacción. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 28. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)
- FIGURA 29. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 30. Ahuellamiento. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1)
- FIGURA 31. Ahuellamiento. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2)
- FIGURA 32. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 1-3)
- FIGURA 33. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena. (Pista 2-4)
- FIGURA 34. Escalonamiento. Ruta 64B043, Ovalle - La Serena.
- FIGURA 35. IRI tramos de 200 m. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 36. IRI Media Fija. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 37. Macrotextura. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 38. Deflexión Máxima. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 39. Módulo Resiliente. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 40. Número Estructural. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 41. Módulo de Reacción. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 42. Agrietamiento en Pavimentos Asfálticos. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 43. Ahuellamiento. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle. (Pista 1)
- FIGURA 44. Ahuellamiento. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle. (Pista 2)
- FIGURA 45. Agrietamiento en Pavimentos de Hormigón. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 46. Escalonamiento. Ruta 64B045, Cruce Longitudinal (Socos) - Ovalle.
- FIGURA 47. IRI tramos de 200 m. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 48. IRI Media Fija. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 49. Macrotextura. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 50. Deflexión Máxima. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 51. Módulo Resiliente. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 52. Número Estructural. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 53. Agrietamiento. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo.
- FIGURA 54. Ahuellamiento. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo. (pista 1)
- FIGURA 55. Ahuellamiento. Ruta 64C051, El Peñón - Andacollo. (pista 2)
- FIGURA 56. IRI tramos de 200 m. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 57. IRI Media Fija. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 58. Macrotextura. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 59. Deflexión Máxima. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 60. Módulo Resiliente. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 61. Número Estructural. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 62. Agrietamiento. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz.
- FIGURA 63. Ahuellamiento. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz. (pista 1)
- FIGURA 64. Ahuellamiento. Ruta 64C485, Rivadavia - Pisco Elqui - Alcohuz. (pista 2)
- FIGURA 65. IRI tramos de 200 m. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 66. IRI Media Fija. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 67. Macrotextura. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 68. Deflexión Máxima. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.

- FIGURA 69. Módulo Resiliente. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 70. Número Estructural. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 71. Agrietamiento. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch.
- FIGURA 72. Ahuellamiento. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch. (pista 1)
- FIGURA 73. Ahuellamiento. Ruta 64C595, Ovalle - Pichasca - Cruce R41ch. (pista 2)
- FIGURA 74. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
- FIGURA 75. IRI Media Fija. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
- FIGURA 76. Macrotextura. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
- FIGURA 77. Deflexión Máxima. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
- FIGURA 78. Módulo Resiliente. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
- FIGURA 79. Número Estructural. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
- FIGURA 80. Agrietamiento. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre.
- FIGURA 81. Ahuellamiento. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre. (pista 1)
- FIGURA 82. Ahuellamiento. Ruta 64D205, Cruce Long. - islon - Lambert - A. Latorre. (pista 2)
- FIGURA 83. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
- FIGURA 84. IRI Media Fija. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
- FIGURA 85. Macrotextura. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
- FIGURA 86. Deflexión Máxima. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
- FIGURA 87. Módulo Resiliente. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
- FIGURA 88. Número Estructural. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
- FIGURA 89. Agrietamiento. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana.
- FIGURA 90. Ahuellamiento. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana. (pista 1)
- FIGURA 91. Ahuellamiento. Ruta 64D305, Cruce Long. islon - Las Rojas - Pelicana. (pista 2)
- FIGURA 92. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
- FIGURA 93. IRI Media Fija. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
- FIGURA 94. Deflexión Máxima. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
- FIGURA 95. Módulo Resiliente. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
- FIGURA 96. Número Estructural. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
- FIGURA 97. Agrietamiento. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol.
- FIGURA 98. Ahuellamiento. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol. (pista 1)
- FIGURA 99. Ahuellamiento. Ruta 64D315, Cruce R41Ch Algarrobo - Altovalsol. (pista 2)
- FIGURA 100. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
- FIGURA 101. IRI Media Fija. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
- FIGURA 102. Deflexión Máxima. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
- FIGURA 103. Módulo Resiliente. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
- FIGURA 104. Número Estructural. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
- FIGURA 105. Agrietamiento. Ruta 64D325, Acceso las Rojas.
- FIGURA 106. Ahuellamiento. Ruta 64D325, Acceso las Rojas. (pista 1)
- FIGURA 107. Ahuellamiento. Ruta 64D325, Acceso las Rojas. (pista 2)
- FIGURA 108. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
- FIGURA 109. IRI Media Fija. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
- FIGURA 110. Macrotextura. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
- FIGURA 111. Deflexión Máxima. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
- FIGURA 112. Módulo Resiliente. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
- FIGURA 113. Número Estructural. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.
- FIGURA 114. Agrietamiento. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros.

- FIGURA 115. Ahuellamiento. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros. (pista 1)
- FIGURA 116. Ahuellamiento. Ruta 64D410, Cruce Long. - Guanaqueros. (pista 2)
- FIGURA 117. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
- FIGURA 118. IRI Media Fija. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
- FIGURA 119. Deflexión Máxima. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
- FIGURA 120. Módulo Resiliente. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
- FIGURA 121. Número Estructural. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
- FIGURA 122. Agrietamiento. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande.
- FIGURA 123. Ahuellamiento. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande. (pista 1)
- FIGURA 124. Ahuellamiento. Ruta 64D419, Av. del Mar - Cuatro esquinas - Cerro Grande. (pista 2)
- FIGURA 125. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
- FIGURA 126. IRI Media Fija. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
- FIGURA 127. Macrotextura. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
- FIGURA 128. Deflexión Máxima. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
- FIGURA 129. Módulo Resiliente. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
- FIGURA 130. Número Estructural. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
- FIGURA 131. Agrietamiento. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy.
- FIGURA 132. Ahuellamiento. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy. (pista 1)
- FIGURA 133. Ahuellamiento. Ruta 64D420, Guanaqueros - Tongoy. (pista 2)
- FIGURA 134. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
- FIGURA 135. IRI Media Fija. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
- FIGURA 136. Macrotextura. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
- FIGURA 137. Deflexión Máxima. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
- FIGURA 138. Módulo Resiliente. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
- FIGURA 139. Número Estructural. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
- FIGURA 140. Agrietamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur).
- FIGURA 141. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur). (pista 1)
- FIGURA 142. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. - Tongoy (acc. sur). (pista 2)
- FIGURA 143. IRI tramos de 200 m. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
- FIGURA 144. IRI Media Fija. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
- FIGURA 145. Macrotextura. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
- FIGURA 146. Deflexión Máxima. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
- FIGURA 147. Módulo Resiliente. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
- FIGURA 148. Número Estructural. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
- FIGURA 149. Agrietamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle.
- FIGURA 150. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle. (pista 1)
- FIGURA 151. Ahuellamiento. Ruta 64D440, Cruce Long. (Quebrada seca) - Ovalle. (pista 2)

5.5 VERIFICACIÓN DE INVENTARIO VIAL Y CUBICACIÓN DE ELEMENTOS MEDIANTE UN VIDEO REFERENCIADO KILOMÉTRICAMENTE DE LAS RUTAS

Mediante la revisión de un video referenciado kilométricamente de las rutas, se obtuvo información del tipo de carpeta, tipo de bermas, ancho de bermas, número de pistas, kilometrajes de inicio y fin, cantidad de señales, estructuras, entre otros aspectos. Se utilizó un sistema diseñado para obtener datos del camino recorrido mediante el registro de un vídeo digital en sistema NTSC.

El sistema es operado desde el interior de un vehículo en conjunto con el sistema de posicionamiento kilométrico y velocidad, grabando las señales de la cámara y la de posicionamiento en una cinta VHS bajo la norma NTSC. En el vídeo registrado queda grabada una etiqueta con el kilómetro de avance, la posición georeferenciada en el caso de realizarse en conjunto con GPS, la velocidad, una nota del camino recorrido, marcas de ubicación, marcas de calificación, fecha de inspección e identificación del cliente. Lo anterior generara una biblioteca visual de la condición de toda la red, la cual puede ser revisada en cualquier momento, en especial en el momento de elaborar el plan de acción o toma de decisiones. A continuación en la Figura 152 se presenta el sistema instalado en un vehículo.

FIGURA 152. SISTEMA DE OBTENCIÓN DE VIDEO SOBRE UN VEHÍCULO.



5.5.1 Resultados obtenidos

La cubicación obtenida a la fecha se presenta en el ANEXO N° 5.8 CUBICACIÓN DEL VIDEO que presenta la ubicación, clasificación y leyenda de las señales verticales observadas. Por otro lado, en este mismo anexo se entrega el Inventario Vial de la Red Piloto IV región actualizado y una monografía de cada camino.

5.6 EVALUACIÓN DE LA RETRORREFLECTANCIA EN SEÑALES VERTICALES

5.6.1 Metodología de evaluación

Las señales verticales deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados y se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflección. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. A modo de referencia, en el Cuadro N° 5.3 se presentan los parámetros mínimos de retrorreflección para señales verticales propuestos en el Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones en su versión del año 2000.

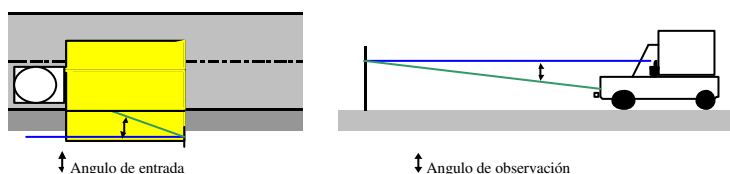
CUADRO N° 5.3: NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLECCIÓN (CD/LX/M²)

Ángulos*		Colores					
Entrada	Observación	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Café
-4	0.2	56.0	40.0	11.2	7.2	3.2	0.8

*Geometría del equipo Retro – Checker RC 01

El nivel de retrorreflexión requerido para una señal vertical depende fundamentalmente de su emplazamiento, por lo que en las señales ubicadas al costado izquierdo de la vía o sobre la calzada, los valores mínimos anteriores deben ser aumentados en un 50%. Lo anterior no se considerará para el caso de señales verticales ubicadas al costado izquierdo en calzadas únicas. La retrorreflexión de las señales verticales se ve muy afectada por el polvo que se adhiere a ellas, por lo que la mantención de los niveles especificados requiere de un programa de limpieza acorde con las características climáticas de cada zona en particular.

A partir de la apreciación del estado de las señales mediante el vídeo se realizó una planificación de un muestreo de las señales más representativas considerando un 10 % del total de señales. Para la medición de retrorreflección se utilizó el Retro-Checker RC 01, instrumento de medición recargable, muy conveniente para determinar valores específicos de reflexión de materiales retro-reflectivos (Visibilidad Nocturna). La geometría de medición en escala 1:20 del Retro – Checker RC 01 es la siguiente: ángulo de observación $\theta = 0.2^\circ$ y ángulo de entrada $\phi = -4^\circ$, los que se esquematizan a continuación:



Para llevar a cabo una medición, el equipo se sitúa directamente sobre la señal de tráfico a ser examinada. A continuación, se selecciona el campo de medición y el color bajo inspección, y se efectúa la medición. Un difusor de luz integrado garantiza una evaluación perfecta durante el día o la noche, independientemente del entorno de luz o el tipo de recubrimiento que se esté evaluando. Su diseño robusto, su peso ligero y su facilidad de operación, garantizan un uso eficiente y conveniente, ver Figura 153.

FIGURA 153, RETRO-CHECKER RC 01



5.6.2 Resultados Retrorreflectancia en señales verticales

Las mediciones se realizaron a 304 señales verticales ubicadas en las rutas en estudio. En cada señal fueron realizadas dos mediciones en el color de texto y dos en el color de fondo, antes y después de limpiar la señal, con el objetivo de obtener un valor representativo de la señal en ambas condiciones de servicio. El detalle de las mediciones se presenta en el ANEXO N° 5.9 RETRORREFLECTANCIA.

En el ANEXO N° 5.10 FIGURAS DE RETRORREFLECTANCIA, se presentan gráficamente los valores obtenidos para las señales analizadas en las diferentes rutas, los resultados que se presentan son en estado sucio como en estado limpio. Se observa que algunas señales no estarían cumpliendo con los niveles mínimos exigidos.

Finalmente, cabe señalar que como durante las mediciones las señales fueron limpiadas y observados valores distintos entre las mediciones antes y después del proceso, debido a que la retrorreflexión se ve afectada por el "polvo" adherido a ellas.

Específicamente, en el ANEXO N° 5.10 se presentan las siguientes figuras:

FIGURA 154. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B041 (sucia).
FIGURA 155. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B041 (limpia).
FIGURA 156. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B043 (sucia).
FIGURA 157. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B043 (limpia).
FIGURA 158. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B045 (sucia).
FIGURA 159. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64B045 (limpia).
FIGURA 160. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C051 (sucia).
FIGURA 161. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C051 (limpia).
FIGURA 162. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C485 (sucia).
FIGURA 163. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C485 (limpia).
FIGURA 164. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C595 (sucia).
FIGURA 165. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64C595 (limpia).
FIGURA 166. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D205 (sucia).
FIGURA 167. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D205 (limpia).
FIGURA 168. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D305 (sucia).
FIGURA 169. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D305 (limpia).
FIGURA 170. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D315 (sucia).
FIGURA 171. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D315 (limpia).
FIGURA 172. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D325 (sucia).
FIGURA 173. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D325 (limpia).
FIGURA 174. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D410 (sucia).
FIGURA 175. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D410 (limpia).
FIGURA 176. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D419 (sucia).
FIGURA 177. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D419 (limpia).
FIGURA 178. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D420 (sucia).
FIGURA 179. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D420 (limpia).
FIGURA 180. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D440 (sucia).
FIGURA 181. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D440 (limpia).
FIGURA 182. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64D505 (sucia).
FIGURA 183. Retrorreflectancia de Señales verticales Ruta 64505 (limpia).

5.7 INSPECCIÓN DE PUENTES, ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

5.7.1 Listado de Puentes Incluidos en esta Inspección

El total de puentes revisados en esta inspección se indica en el Cuadro N° 5.2 y corresponden a distintos caminos que forman parte de la red vial de la IV región considerada en este estudio.

CUADRO N° 5.2: TOTAL DE PUENTES INSPECCIONADOS

N°	Nombre ó Ubicación	Código Ruta	Km inicial ó eje	Longitud (m)	Tipo de Puente
1	Las Animas	64B041	15.960	26.7	Losa de Hormigón Armado
2	Quebrada de Talca	64B041	24.160	26.5	Losa de Hormigón Armado
3	El Arrayán	64B041	27.690	36.6	Losa de Hormigón Armado
4	Paso Superior Puclaro	64B041	42.000	8.8	Marco de Hormigón Armado
5	El Chape	64B041	44.000	15.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
6	La Polvada 1	64B041	46.120	6.8	Hormigón Armado
7	La Polvada 2	64B041	47.030	6.8	Hormigón Armado
8	Ingeniero Alfonso Díaz Ossa	64B041	62.700	62.3	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
9	Peralillo	64B041	67.200	26.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
10	Algarrobal	64B041	76.520	27.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
11	Rivadavia	64B041	80.020	36.2	Viga Metálica con Losa de H.A.
12	Varillar	64B041	84.990	18.2	Viga Metálica con Losa de H.A.
13	Bocalume	64B041	95.000	6.8	Losa de Hormigón Armado
14	Huanta	64B041	107.770	25.2	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
15	Balala	64B041	122.620	20.4	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
16	Las Terneras	64B041	130.760	20.4	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
17	Juntas 1	64B041	149.050	14.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
18	Juntas 2	64B041	149.610	15.8	Viga Metálica con Losa de H.A.
19	El Camarón	64B041	164.370	9.5	Vigas Metálicas con tablero de Madera
20	Recoleta	64B043	14.180	24.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
21	Panulcillo	64B043	18.830	10.0	Vigas de Hormigón Armado
22	Paso Superior Balmaceda	64B043	78.780	25.0	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
23	Socos	64B045	0.500	195	Vigas de Hormigón Armado
24	La Chimba	64B045	30.270	95.0	Vigas de Hormigón Armado
25	Paihuano	64C485	8.800	9.5	Vigas de Hormigón Armado
26	Gabriela Mistral	64C485	12.600	50.2	Viga Metálica con Losa de H.A.
27	Recoleta	64C595	9.950	47.4	Viga Metálica con Losa de H.A.
28	Huampulla	64C595	26.170	60.4	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
29	Samo Alto	64C595	34.000	35.2	Vigas H. Precomprimido con Losa de H.A.
30	Morrillos	64C595	64.800	36.0	Vigas Metálicas con tablero de Madera
31	El Arenal	64C595	90.600	10.5	Vigas Metálicas con tablero de Madera
32	El Pangue	64C595	95.500	8.7	Vigas Metálicas con tablero de Madera
33	Estero Tongoy	64D420	11.000	35.5	Viga Metálica con Losa de H.A.
34	Altovalsol	64D315	0.298	126.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
35	Marquesa	64C215	0.620	36.0	Viga Metálica con Losa de H.A.
36	Las Rojas	64D325	0.471	90.0	Viga Metálica con Losa de H.A.

5.7.2 Metodología de Inspección Visual Utilizada

La Inspección Visual consiste en la detección de los deterioros o fallas en forma visual utilizando instrumentos corrientes como binoculares, calibres de grietas y fisuras, etc. Las inspecciones se efectúan identificando en lo posible todos los daños dentro de los ítems considerados en la hoja de inspección, sin embargo, en caso que se registren deformaciones u otros problemas peculiares, éstos se anotan como comentarios especiales.

De esta forma, los puntos de interés a considerar en la inspección de puentes y estructuras a desnivel se incluyen en el Cuadro N° 5.3.

CUADRO N° 5.3: PUNTOS A CONSIDERAR EN LA INSPECCIÓN VISUAL DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

Puntos de inspección
Estado del pavimento
Estado de las barandas
Estado de las losas
Estado de las Vigas (Concreto y Metálicas)
Estado de los Travesaños
Estado de los Arriostramientos Metálicos
Estado de las juntas de expansión
Estado de los apoyos
Estado de los desagües
Estado de la pintura
Estado de las Rótulas y Apoyos en Vigas Gerber
Movimientos y ruidos del puente
Estado de la señalización
Estado de la infraestructura (Estribos y Cepas)

5.7.3 Resumen de la Inspección de Puentes. Estado de Cada Puente

A continuación en el Cuadro N° 5.4 se presenta un resumen de la inspección de cada puente y las mantenciones a realizar. En el ANEXO 5.11 INSPECCIÓN DE PUENTES se presentan las fichas de seguimiento de los puentes inspeccionados. Los trabajos a ejecutar se basan en los siguientes documentos oficiales:

- Manual de Carreteras, Volumen N° 3, Instrucciones y Criterios de Diseño
- Manual de Carreteras, Volumen N° 7, Mantenimiento Vial
- Especificaciones Técnicas Generales de Construcción de Puentes (E. T. G. C. P.)

La programación de dichos trabajos se ajusta de acuerdo a la experiencia de los consultores y del Ingeniero Especialista en Diseño y Seguimiento de Puentes especialmente contratado para estos propósitos.

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
1	64B041	15.960	Las Ánimas	Única	Puente	Pavimento con grietas tipo malla, sin evolución. Acumulación de sedimentos en el borde, calzada y pasillos. Crecimiento de matorrales en bermas de acceso frente a delineadores de pasillo. Cantoneras metélicas sin cubrejunta, selladas con asfalto.	Sana	Ninguno Limpiar bordes de calzada. Desmalezar zona de bermas. Reparar cantoneras	
2	64B041	24.160	Quebrada de Talca	Única	Puente	Daño local en recubrimiento de hormigón del extremo superior de muro frontal del estribo poniente (bajo apoyo losa). Armadura oxidada daño puntual en extremo inferior sur, cepa poniente. Nido de piedras en junta longitudinal de losa tramo central con armaduras visibles.	Daños menores, sin importancia estructural.	Reparar daños locales con mortero epóxico. Reparar daños puntuales con mortero epóxico. Colocar mortero epóxico sobre armaduras expuestas en fondo de losa.	
3	64B041	27.690	El Arrayan	Única	Puente	Grieta inclinada al centro del muro frontal del estribo poniente. Desprendimiento local del recubrimiento de hormigón bajo el apoyo de la losa. Armaduras puntualmente visibles presentan oxidación en extremo inferior de la cepa uno en lado	Daños menores	Sellar grieta con inyección epóxica. Reparar daño local estribo con mortero epóxico. Colocar mortero epóxico sobre armaduras expuestas extremo inferior cepas.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
						sur y la cepa tres en lado oriente. Fractura en el borde norte de losa en acceso poniente. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada.		Sellar fractura losa acceso con asfalto. Limpiar bordes de calzada.	
4	64B041	42.000	Paso Superior Puclaro	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana.		
5	64B041	44.000	El Chape	Única	Puente	Deformación puntual en brida inferior de viga metálica.	Sana	Ninguno.	
6	64B041	46.120	La Polvada 1	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana.		
7	64B041	47.030	La Polvada 2	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana.		
8	64B041	62.700	Ingeniero Alfonso Díaz Ossa	Única	Puente	Pavimento asfáltico de acceso al puente en encuentro con losas de acceso, deformado. Grieta de esquina losa acceso nor-oriental. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada	Sana	Sellar grieta en losa de acceso con asfalto y reparar deformaciones del pavimento. Limpiar borde de calzada.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
9	64B041	67.200	Perallillo	Única	Puente	Pintura de vigas metálicas deteriorada. Acumulación de sedimentos en extremos de mesas de apoyo del estribo norte. Pavimento de asfalto deteriorado a la entrada sur del puente y agrietado en la entrada norte (sin losas de acceso). Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada.	Sana	Reparar pintura de vigas metálicas. Limpiar mesa de apoyo de estribo. Realizar bacheo de asfalto en pavimento de accesos. Limpiar bordes de calzada.	
10	64B041	76.520	Algarrobal	Única	Puente	Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada. Baranda poniente deformada. Pintura viga metálica oriente oxidada.	Sana	Limpiar bordes de calzada. Reparar baranda. Reparar pintura viga metálica.	
11	64B041	80.020	Rivadavia	Única	Puente	Bache en el borde norte de la losa de acceso poniente.	Sana	Reparar bache en losa de acceso.	
12	64B041	84.990	Varillar	Única	Puente	Delineadores del lado poniente en el suelo.	Sana	Colocar delineadores.	
13	64B041	95.000	Bocalume	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana		
14	64B041	107.770	Huanta	Única	Puente	Borde elastomérico de cantoneras del lado poniente se encuentran deterioradas.	Sana	Reparar cantoneras.	
15	64B041	122.620	Balala	Única	Puente	Sin observaciones.	En construcción		

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
16	64B041	130.760	Las Terneras	Única	Puente	Sin observaciones.	En construcción		
17	64B041	149.050	Juntas N°1	Única	Puente	Gran acumulación de sedimentos en borde de calzada.	Sana	Limpiar borde de calzada.	
18	64B041	149.610	Juntas N°2	Única	Puente	Aparentemente el escurrimiento en el cauce (del ancho del puente) habría producido abrasión en la superficie del hormigón del estribo a nivel del lecho. Pintura del borde inferior de vigas metálicas deteriorada en sector 3 m aproximadamente.	Sana	Reparar con mortero epóxico probable erosión del extremo inferior poniente estribo norte. Reparar pintura vigas metálicas en zona dañada.	
19	64B041	164.370	El Camarón	Única	Puente	Escurrimiento del río puede erosionar o romper mallas de gaviones (sin estuco en la base) que conforman los estribos del puente. Sin indicación de limitación de carga.	Puente muy corto, estribos en el cauce podrían colapsar.	Se sugiere construir a la brevedad un puente de carácter definitivo.	
20	64B043	14.180	Recoleta	Única	Puente	Cantonera sur sin angular.	Sana	Reparar cantoneras.	
21	64B043	18.830	Panulcillo	Única	Puente	Cantonera norte sin cubrejunta, sellada con asfalto. Delineador destruido.	Sana	Reparar cubrejunta. Reponer delineador.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
22	64B043	78.780	Paso Superior Balmaceda	Ambas ³	Puente	Pintura de las barandas en regular estado. Grietas longitudinales o de orilla en pavimento de berma poniente por probable fractura del terraplén del acceso norte.	Sana	Repara pintura de barandas. Hacer seguimiento de la estabilidad del terraplén de acceso.	
23	64B045	0.500	Socos	Única	Puente	Apoyos de vigas Gerber en tramos 5 y 7 con grietas y fracturas. Algunas cantoneras metálicas se encuentran sin cubrejuntas, otras selladas con asfalto.	Con daños en apoyos de vigas tramos Gerber.	Hacer seguimiento evolución daños de apoyo y postergar su reparación. Reparar cantoneras.	
24	64B045	30.270	La Chimba	Única	Puente	Pavimento asfalto deformado, sin cantoneras en juntas. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada.	Sana	Reparar pavimento. Limpiar borde de calzada.	
25	64C485	8.800	Paihuano	Única	Puente	Solera pasillos en regular estado, con algunas armaduras a la vista.	Sana	Reparar borde solera.	
26	64C485	12.600	Gabriela Mistral	Única	Puente	Algunas cantoneras metálicas sin cubrejuntas. Perfiles baranda acceso nor-oriental rotos y deformados	Sana	Colocar cubrejuntas metálicas. Reparar baranda metálica.	

³ Ambas: Calzada Poniente y Oriente.

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

<i>N°</i>	<i>Código Ruta</i>	<i>Km inicio ó eje</i>	<i>Nombre ó Ubicación</i>	<i>Calzada</i>	<i>Tipo</i>	<i>Observaciones de la inspección</i>	<i>Condición de la estructura</i>	<i>Trabajos a Ejecutar</i>	<i>Programación</i>
27	64C595	9.950	Recoleta	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana		
28	64C595	26.170	Huampulla	Única	Puente	Cantoneras elastoméricas con bordes dañados.	Sana	Reparar cantoneras.	
29	64C595	34.000	Samo Alto	Única	Puente	Sin observaciones.	Sana		
30	64C595	64.800	Morrillos	Única	Puente	Sin observaciones.	Buen estado		
31	64C595	90.600	El Arenal	Única	Puente	Ubicación en vértice curva horizontal muy cerrada y salida puente en pendiente vertical. Tablones de rodado en mal estado. Sin barandas.	Buen estado	Reemplazar tablones de rodado. Colocar barandas.	
32	64C595	95.500	El Pangue	Única	Puente	Ubicación en vértice de curva horizontal muy cerrada. Tablones de rodado en mal estado.	Buen estado	Reemplazar tablones de rodado.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
33	64D420	11.000	Estero Tongoy	Única	Puente	Barandas de hormigón y barrotes metálicos con oxidación y deterioro. Pavimento deteriorado con baches. Vigas con oxidamiento. Cubrejuntas de las cantoneras cubiertas con asfalto o con oxidamiento. Acumulación de sedimento en el borde de la calzada. Crecimiento de vegetación en bermas. Socavación en berma oriente, pilar de defensa caminera arrancado en acceso sur.	Sana	Reparar barandas. Reparar pavimento. Reparar pintura de vigas metálicas. Reemplazar por cantoneras tipo elastoméricas. Limpiar bordes de calzada. Reparar defensa caminera.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
34	64D315	0.298	Altovalsol	Única	Puente	Cantoneras metálicas en mal estado, angulares sueltos o arrancados. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada, algunas barbacanas se encuentran obstruidas. Barandas metálicas muy bajas (50cm). Sello desprendido en junta sur en encuentro con pavimento asfáltico de acceso. Acumulación de sedimentos en extremo de mesas de apoyo cepas. Nidos de piedra aislados en fondo de losa y en juntas de construcción de cepas y estribos, algunas armaduras expuestas. Vigas y arriostramientos metálicos con pintura deteriorada y señales de oxidamiento. Socavación de ambas bermas a la salida de los pasillos.	Con daños menores	Reemplazar cantoneras metálicas por tipo elastomérico. Limpiar bordes de calzada. Reemplazar barandas por tipo antiimpacto. Reparar. Limpiar mesas de apoyo. Reparar con mortero epóxico daños puntuales con armaduras expuestas. Reparar pintura de vigas metálicas. Rellonar socavaciones bermas.	

CUADRO N° 5.4 RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL

N°	Código Ruta	Km inicio ó eje	Nombre ó Ubicación	Calzada	Tipo	Observaciones de la inspección	Condición de la estructura	Trabajos a Ejecutar	Programación
35	64D325	0.471	Las Rojas	Única	Puente	Baranda en mal estado, pintura deteriorada y perfiles oxidados o perforados por corrosión avanzada, paño en el lado oriente deformado por colisión. Cantoneras metálicas sin cubrejuntas permiten acumulación de sedimentos en la junta y filtraciones de la calzada a los apoyos de vigas metálicas. Daño puntual en recubrimiento de hormigón estribo norte bajo apoyo de viga, sin importancia	Con daños menores	Reemplazar barandas. Reemplazar cantoneras metálicas por tipo elastomérico. Reparar con mortero epóxico.	
36	64C215	0.620	Marquesa	Única	Puente	Puntales metálicos de cepa a vigas usados aparentemente en alzaprimado provisorio. Acumulación de sedimentos en el borde de la calzada, algunas barbacanas obstruidas. Barandas metálicas livianas con dos paños deformados (dos en lado oriente y dos en lado poniente) en sector centro-norte. Delineadores lado oriente en mal estado (uno arrancado y el otro sin reflectante)	Sana	Retirar puntales. Limpiar bordes calzada. Reparar barandas. Reparar delineadores.	

5.7.4 Comentarios

De la inspección visual realizada a 36 puentes ubicados en caminos de la 4^{ta} región, cabe señalar lo siguiente:

PUENTES DE UNA VIA

Cuatro de los puentes de una vía corresponden a puentes de vigas metálicas con tablero de madera, es decir, de carácter no definitivo sujetos a trabajos de mantención mas frecuentes.

Todos estos puentes pertenecen a caminos de tierra angostos y de trazado muy sinuoso y de hecho están emplazados en sectores de curvas muy cerradas y/o pendientes muy fuertes de los accesos.

Aunque sus estructuras están sanas requieren trabajos de mantención menores (cambio de tablones de rodado) o de mejoramiento y seguridad (colocación de barandas).

Es aconsejable que los puentes El Camarón, El Arenal y El Pangue sean reemplazados por estructuras nuevas, una vez que el trazado de los caminos sea rectificado.

El puente El Camarón es un caso crítico, ya que se trata de un puente muy corto, con estribos construidos sobre terraplenes protegidos por gaviones que llegan hasta los bordes del cauce en donde quedan expuestos a la acción abrasiva del escurrimiento, tipo torrente. No es descartable un colapso de la estructura.

Además, dos de éstos puentes, Altovalsol y Las Rojas, presentan daños en las cantoneras con pérdida de angulares y cubrejuntas, barandas metálicas livianas, deformadas y corroídas en el caso del puente Las Rojas, y vigas y riostras metálicas oxidadas en el caso del puente Altovalsol y deterioros de origen constructivo en el hormigón de las estructuras.

PUENTES DE DOS VIAS

A excepción de los puentes juntas N°1 y N°2, el resto pertenece a caminos pavimentados con trazados bien definidos.

Solo 3 de éstos puentes presentan observaciones o daños menores en su estructura, a saber:

- Puente Tongoy, emplazado próximo a la desembocadura del río en el mar, y conformado por un tablero de vigas metálicas con losa colaborante de hormigón armado.

Se observa el efecto de la corrosión en barandas, cantoneras y también en vigas metálicas. Estas últimas no es posible realizar una inspección detallada, pero la pintura se observa fuertemente deteriorada. Debe repararse la pintura de vigas en forma urgente.

- Puente Socos, estructurada en base a una sucesión de tramos continuos sobre las cepas y tramos rotulados intermedios conformados por vigas T de hormigón armado.

Presenta los daños típicos de estos puentes, fracturas y grietas en apoyos de vigas generados por corrosión debido a filtraciones desde la calzada a través de juntas de dilatación abiertas o no selladas.

Deben reemplazarse las cantoneras existentes por juntas elastoméricas estancas.

- Puente El Arrayán, puente de 4 tramos continuos de losa de hormigón armado que presenta daños menores que no afectan la estabilidad de la estructura, grieta en muro frontal de estribo y desprendimientos locales del hormigón y defectos de origen constructivo, nidos de piedra con armaduras expuestas localmente.

Debe señalarse que la mayoría de los puentes inspeccionados presentan barandas metálicas livianas o mixtas, hormigón – acero, de baja altura que no se ajustan a los actuales estándares de seguridad.

5.7.5 Resultados de Inspección de Obras de Arte

Entre los días 07 y 16 de Enero de 2004, se inspeccionaron 562 Obras de Arte Transversales y 30 Vados ó Badenes en las distintas rutas contempladas en este estudio. En el Cuadro N° 5.5 se incluye un resumen de las Obras de Arte y Vados ó Badenes inspeccionados en cada una de las rutas.

Debido a la dificultad que presentan algunas zonas de los caminos (sectores de cuesta con quebradas profundas, laderas con fuertes pendientes, zonas emboscadas y de difícil acceso en las orillas, bermas angostas en zonas complicadas, etc.) no fue posible inspeccionar el total de obras de arte transversales.

En esta inspección se revisó principalmente las bocas de entrada y salida de las obras de arte, el estado de los cauces de entrada y salida y el nivel de sedimentación que éstas

presentan. Esto se debe a que la mayoría de las obras de arte de los caminos son imposibles de revisar en su interior, ya que el acceso a las bocas es muy dificultoso (cubiertas con vegetación o se encuentran en zonas de laderas con pendientes fuertes, ó se encuentran dentro de un recinto privado) y/o la sección que cruza bajo el camino es muy pequeña para poder circular por ella. En todas aquellas de sección mayor y bocas accesibles, se recorrió la obra de arte en su interior.

Del total de obras de arte inspeccionadas, se puede decir que la gran mayoría se encuentra en buen estado estructural, salvo algunos casos puntuales de obras de arte de hormigón armado que presentan grietas de gran longitud y espesor y cuyo estado debe ser revisado exhaustivamente. Alrededor de un 30% de las obras de arte, necesita algún trabajo de mantención rutinaria que consiste básicamente en la limpieza y despeje de las bocas de entrada y salida tapadas con abundante vegetación ó con un alto porcentaje de sedimentación provocado por el arrastre de materiales tales como piedras o arena o por la acumulación de basura.

CUADRO N° 5.5: TOTAL DE OBRAS DE ARTE INSPECCIONADAS

<i>Rol Ruta</i>	<i>Inicio - Fin</i>	<i>Nº OA transversales inspeccionadas</i>	<i>Nº Vados o Badenes inspeccionados</i>
41-Ch	La Serena - Juntas del Toro	242	6
D485	Rivadavia - Pisco Elqui	32	3
D43	Ovalle - La Serena	125	3
D595	Ovalle - Samo Alto	42	4
D205 - D305	La Serena - Altovalsol	46	3
D45	Socos - Ovalle	44	0
D505	Quebrada Seca - Ovalle	42	8
D305 - D315 - D325	41 Ch - Altovalsol, Las Rojas, Marquesa	4	0
D410 - D420 - D440	Ruta 5 - Guanaqueros - Tongoy - Ruta 5	12	1
D51	El Peñón – Andacollo	34	2
Total		623	30

Finalmente, cabe hacer notar que en esta inspección no se contemplan las obras de arte longitudinales debido a que en cantidad no son superiores al 5% de las obras de arte transversales y que estructuralmente no se encuentran solicitadas por el mismo nivel de tránsito ni la misma sollicitación estática (suelo + pavimento), ya que éstas se ubican principalmente en ingresos a recintos privados y casas particulares, y caminos secundarios de muy bajo tránsito.

En el ANEXO 5.12 INSPECCIÓN DE OBRAS DE ARTE se entrega un resumen del estado de cada una de las obras de arte inspeccionada acompañado por fotografías representativas del tipo y condición de estas estructuras que se encontró durante la inspección.

5.8 LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIAL DEL EJE LONGITUDINAL, CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.

5.8.1 Metodología de Obtención del Eje

Para la evaluación de los costos de operación de los vehículos, el modelo HDM-4 requiere de algunos indicadores que representan la geometría del camino: curvatura horizontal en [deg/km], pendientes en subidas más bajadas [m/km], número de subidas más bajadas [Nº/km] y altura promedio [msnm].

A partir de del levantamiento con GPS se obtienen todos los parámetros de diseño en alzado y en planta. El GPS está compuesto por una unidad receptora Pro XRS con 12 canales, antena combinada L1 GPS/MSK Beacon/ Satélite diferencial, y giroscopio. El sistema montado a bordo de un vehículo nos permite recoger la información del eje del camino en forma continua. En la figura siguiente se presentan los distintos componentes del equipo utilizado.

FIGURA 184, GPS, TRIMBLE PRO XRS

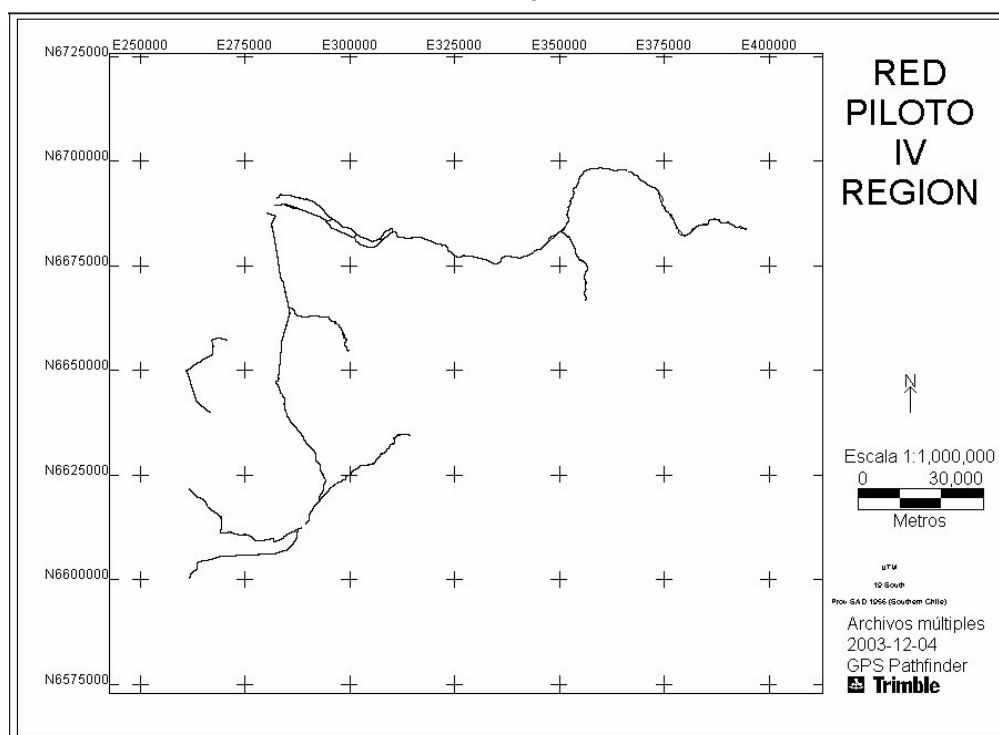


5.8.2 Resultados Obtenidos

Uno de los principales resultados con el sistema es la adquisición del eje del camino, los cuales son directamente descargados en un computador personal.

En la Figura 185 se muestra el alineamiento obtenido del levantamiento de los ejes de las rutas en estudio. El detalle de las coordenadas obtenidas se presentan en el ANEXO N° 5.13 COORDENADAS GEODÉSICAS Y GEOMETRÍA.

FIGURA 185. LEVANTAMIENTO DEL EJE LONGITUDINAL DE LAS RUTAS.



Junto con la obtención de los ejes de las vías recorridas, se procesó su alineamiento con el propósito de obtener los parámetros necesarios para el diseño como lo son la curvatura horizontal por kilómetro recorrido, la acumulación de subidas mas bajadas por kilómetro recorrido y la altura media. Esta información se entrega también en el ANEXO N° 5.13 COORDENADAS GEODÉSICAS Y GEOMETRÍA.

5	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RED IV REGIÓN	5-1
5.1	EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LOS PAVIMENTOS	5-1
5.1.1	<i>Metodología para la obtención del IRI (m/km).....</i>	<i>5-1</i>
5.1.2	<i>Resultados IRI (m/km).....</i>	<i>5-3</i>
5.1.3	<i>Metodología para la obtención de la Macrotextura, SMTD (mm).....</i>	<i>5-3</i>
5.1.4	<i>Resultados Macrotextura, SMTD (mm).....</i>	<i>5-4</i>
5.2	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CON EL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO	5-4
5.2.1	<i>Metodología del Deflectómetro de Impacto.....</i>	<i>5-4</i>
5.2.2	<i>Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento de Hormigón.....</i>	<i>5-7</i>
5.2.3	<i>Resultados Deflectómetro de Impacto, Pavimento Asfáltico.....</i>	<i>5-8</i>
5.3	AUSCULTACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS (MONOGRAFÍA DE PAVIMENTOS)	5-10
5.3.1	<i>Metodología de Auscultación</i>	<i>5-10</i>
5.3.2	<i>Resultados de los Deterioros Superficiales</i>	<i>5-11</i>
5.3.3	<i>Metodología para la obtención del Ahuellamiento</i>	<i>5-11</i>
5.3.4	<i>Resultados Obtenidos de Ahuellamiento.</i>	<i>5-12</i>
5.3.5	<i>Metodología para la Obtención del Escalonamiento</i>	<i>5-12</i>
5.3.6	<i>Resultados Obtenidos de Escalonamiento.....</i>	<i>5-13</i>
5.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CALZADA	5-14
5.5	VERIFICACIÓN DE INVENTARIO VIAL Y CUBICACIÓN DE ELEMENTOS MEDIANTE UN VIDEO REFERENCIADO KILOMÉTRICAMENTE DE LAS RUTAS.....	5-20
5.5.1	<i>Resultados obtenidos</i>	<i>5-20</i>
5.6	EVALUACIÓN DE LA RETRORREFLECTANCIA EN SEÑALES VERTICALES	5-21
5.6.1	<i>Metodología de evaluación.....</i>	<i>5-21</i>
5.6.2	<i>Resultados Retrorreflectancia en señales verticales</i>	<i>5-22</i>
5.7	INSPECCIÓN DE PUENTES, ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE.....	5-24
5.7.1	<i>Listado de Puentes Incluidos en esta Inspección</i>	<i>5-24</i>
5.7.2	<i>Metodología de Inspección Visual Utilizada.....</i>	<i>5-25</i>
5.7.3	<i>Resumen de la Inspección de Puentes. Estado de Cada Puente.....</i>	<i>5-25</i>
5.7.4	<i>Comentarios.....</i>	<i>5-35</i>
5.7.5	<i>Resultados de Inspección de Obras de Arte</i>	<i>5-36</i>
5.8	LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIAL DEL EJE LONGITUDINAL, CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.	5-38
5.8.1	<i>Metodología de Obtención del Eje.....</i>	<i>5-38</i>
5.8.2	<i>Resultados Obtenidos</i>	<i>5-38</i>

6 COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN E INFORMACIÓN DE POLÍTICA PRESUPUESTARIA

6.1 COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN

Uno de los objetivos específicos del estudio, es el de modelar el deterioro de los caminos de la red vial nacional, para distintas políticas de conservación, generando así niveles de gastos en conservación por escenario de modelación –ver Capítulo 8 y 9 del Presente Informe–. Para la determinación de dichas inversiones, se trabajarán con los costos unitarios por tipo de obras utilizados por la Unidad de Gestión Vial de la Dirección de Vialidad.

A continuación se presentan dichos costos unitarios para caminos pavimentados (asfalto y hormigón) y no pavimentados.

CUADRO N° 6.1: COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES DE CONSERVACIÓN CAMINOS PAVIMENTADOS - ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO (COSTOS EN DÓLARES)

OPERACIÓN DE CONSERVACIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO (US\$)	
		FINANCIERO	ECONOMICO
Conservación Rutinaria Zona NORTE	km/año	2114.66	1627.71
Conservación Rutinaria Zona CENTRO	km/año	2800.68	2182.97
Conservación Rutinaria Zona SUR-AUSTRAL	km/año	3485.72	2707.97
Sello Granular	m ²	1.93	1.32
Slurry Seal	m ²	2.01	1.61
Bacheo	m ²	13.26	10.81
Recapado 8 cm a IRI>8	m ²	10.43	7.82
Recapado Tipo 1	m ²	11.60	8.27
Recapado Tipo 2	m ²	13.27	9.95
Recapado Tipo 3	m ²	14.96	11.22
Recapado Tipo 4	m ²	20.70	15.52
Recapado Tipo 5	m ²	22.48	16.89
Reconstrucción Tratamiento Superficial	m ²	10.20	7.65
Reconstrucción Tipo 1	m ²	15.81	11.86
Reconstrucción Tipo 2	m ²	21.69	15.74
Reconstrucción Tipo 3	m ²	27.79	20.84
Reconstrucción Tipo 4	m ²	28.57	21.43
Repavimentación Tipo 1	M ²	10.43	7.82
Repavimentación Tipo 2	M ²	18.88	14.15
Repavimentación Tipo 3	m ²	19.73	14.13
Repavimentación Tipo 4	m ²	26.19	19.64
Ampliación Doble Calzada	km	248,593.00	191,417.00

Nota (*): Valores corresponden a los utilizados en la evaluación económica del año 2001; US\$=\$656 (Dic.2001)

Recapado Asfáltico:

Tipo 1: 50 mm de carpeta y 60 mm de base nivelante graduación abierta

Tipo 2: 60 mm de carpeta y 60 mm de base nivelante graduación abierta

Tipo 3: 50 mm de carpeta y 80 mm de base asfáltica

Repavimentación Asfáltica: Para $5.0 < IRI < 7.0$ (Se conservan las bases granulares)	Tipo 4:	50 mm de carpeta, 60 mm de binder y 80 mm de base asfáltica
	Tipo 5:	50 mm de carpeta, 70 mm de binder y 90 mm de base asfáltica
	Tipo 1:	60 mm de carpeta
	Tipo 2:	70 mm de carpeta y 80 mm de base asfáltica
	Tipo 3:	50 mm de carpeta, 60 mm de binder y 80 mm de base asfáltica
	Tipo 4:	60 mm de carpeta, 70 mm de binder y 100 mm de base asfáltica
Reconstrucción Asfáltica: Para $IRI > 7.0$ (Se remueve todas las capas del pavimento)	Tipo 5:	Tratamiento Superficial Doble
	Tipo 6:	Tratamiento Superficial Simple
	Tipo 1:	60 mm de carpeta, 150 mm de base granular y 150 mm de subbase.
	Tipo 2:	50 mm carpeta, 90 mm base asfáltica, 150 mm base granular y 150 mm subbase
	Tipo 3:	70 mm carpeta, 120 mm base asfáltica, 150 mm base granular y 150 mm subbase
	Tipo 4:	60 mm carpeta, 70 mm binder, 80 mm base asfáltica, 150 mm base granular y 150 mm subbase
		Tipo 5: Tratamiento Superficial Doble
		Tipo 6: Tratamiento Superficial Simple

Fuente: Unidad de Gestión Vial, Dirección de Vialidad

CUADRO N° 6.2: COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES DE CONSERVACIÓN CAMINOS PAVIMENTADOS - HORMIGÓN (COSTOS EN DÓLARES)

OPERACIÓN DE CONSERVACIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO (US\$)	
		FINANCIERO	ECONÓMICO
Cepillado	m ²	4.96	4.22
Sello Elastomérico de Juntas	ml	3.66	3.1
Sello Asfáltico de Juntas	ml	2.59	2.2
Reemplazo de Drenes	ml	9.53	8.10
Reemplazo de losas	M ²	39.40	33.50
Conservación Rutinaria Hormigón	km/año	3476.90	2607.68

Nota: Valores corresponden a los utilizados en la evaluación económica del año 2001; US\$=\$656 (Dic.2001)

Fuente: Unidad de Gestión Vial, Dirección de Vialidad

CUADRO N° 6.3: COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

OPERACIÓN DE CONSERVACIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO (US\$)	
		FINANCIERO	ECONOMICO
Conservación Rutinaria Zona NORTE	km/año	682.70	536.41
Conservación Rutinaria Zona CENTRO	km/año	1092.32	853.37
Conservación Rutinaria Zona SUR-AUSTRAL	km/año	1997.38	1634.57
Recebo Granular	M3	10.62	8.35
Recebo Estabilizado con Sal	M3	19.13	15.04
Recebo Estabilizado con Bichofita	M3	20.82	16.34
Reperfilado	Km	59.25	45.77
Mejoramiento Tierra --> Grava	Km	21,699	16,275
Mejoramiento Grava --> CAPRO	km	10,917	10,917
Mejoramiento Grava --> ESTABILIZADO	km	19,935	19,935
Mejoramiento CAPRO --> DTS	km	92,403	68,427
Mejoramiento ESTABILIZADO --> DTS	km	92,403	68,427

Nota: Valores corresponden a los utilizados en la evaluación económica del año 2001; US\$=\$656 (Dic.2001)

Fuente: Unidad de Gestión Vial, Dirección de Vialidad

6.2 ANTECEDENTES DE POLÍTICA PRESUPUESTARIA

6.2.1 Presupuestos por Servicio y Región

La inversión total en infraestructura proveniente de fondos sectoriales (según presupuesto) en el año 2002 alcanzó los 308.318,60 millones de pesos a nivel nacional. De estos, el 79,15% corresponde a proyectos de vialidad. Se observa que en años anteriores dicho porcentaje era del mismo orden, alcanzando un 77% el año 2001 y un 76,02% en el año 2000. Nótese además que el gasto total en vialidad se mantiene relativamente constante en un valor cercano a los 240.000 millones de pesos; el aumento porcentual observado el año 2002 se explica en parte por una leve disminución de la inversión total en dicho año.

CUADRO N°6.4: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM DE PESOS AÑO CORRIENTE)

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	1,719.20	0.56%	2,815.40	0.90%	1,976.60	0.62%
O. HIDRÁULICAS	33,202.70	10.77%	30,630.10	9.81%	35,340.50	11.15%
VIALIDAD	234,784.40	76.15%	224,187.30	71.82%	226,754.50	71.52%
O. PORTUARIAS	11,168.50	3.62%	12,664.40	4.06%	9,924.20	3.13%
AEROPUERTOS	2,767.00	0.90%	3,362.00	1.08%	3,902.60	1.23%
SUBSECRETARIA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	18.20	0.01%
ISAR VIALIDAD	9,260.40	3.00%	16,159.90	5.18%	14,283.50	4.50%
ISAR PLANEAMIENTO	15,416.40	5.00%	18,527.90	5.94%	20,071.00	6.33%
LONG AUSTRAL	0.00	0.00%	3,823.10	1.22%	4,788.70	1.51%
TOTAL	308,318.60	100.00%	312,170.10	100.00%	317,059.80	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

Es interesante analizar la proporción que representa el presupuesto total del MOPTT con respecto al PIB. En ese sentido se puede mencionar que en el año 2002 dicha proporción alcanza un 0,67%. Se mantiene dentro del mismo orden al hacer el cálculo los años 2001 y 2000 con un 0,72% y 0,69%, respectivamente.

Para ofrecer un panorama más claro de la estructura presupuestaria a continuación se presenta una serie de cuadros en los que se presenta la misma información del cuadro anterior, pero desagregada por región.

- **Primera Región:** Se observa que la importancia relativa de la inversión en vialidad en el año 2002 supera el 90% de la inversión total. Dentro de las obras que explican este alto porcentaje se puede citar la Reposición Ruta 5, Sector Huara – Zapiga; la Reposición Ruta 1, Río Loa – Iquique, Sector Río Loa – Huanillos; y la Habilitación Segundo Acceso a Iquique, Tercera Etapa.

CUADRO N°6.5: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM \$ AÑO CORRIENTE) - I REGIÓN

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	192.30	1.20%
O. HIDRÁULICAS	660.50	2.90%	1,069.00	6.86%	262.80	1.64%
VIALIDAD	20,720.40	90.98%	11,880.50	76.29%	12,992.10	81.16%
O. PORTUARIAS	629.70	2.76%	724.20	4.65%	1,486.80	9.29%
AEROPUERTOS	0.00	0.00%	442.60	2.84%	0.00	0.00%
ISAR VIALIDAD	47.50	0.21%	949.90	6.10%	387.80	2.42%
ISAR PLANEAMIENTO	717.50	3.15%	506.70	3.25%	687.00	4.29%
TOTAL	22,775.60	100.00%	15,572.90	100.00%	16,008.80	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Segunda Región:** En el año 2002 el gasto en vialidad alcanza un 81.26% (sumando los servicios de Vialidad e ISAR Vialidad). Dentro de las obras relevantes se puede citar Reposición Ruta 5, Sector Bifurcación Taltal – Cuesta los Marios; el Mejoramiento Ruta 1, Pasada por Tocopilla y el Proyecto Reposición, Ampliación Ruta 25, Circunvalación de Calama (I etapa). En el año 2001 la inversión en vialidad fue menor, alcanzando sólo el 58,95% de la inversión total. Ese año destacaron proyectos de arquitectura y obras hidráulicas (por ejemplo, el Mejoramiento de la Infraestructura de Riego del Río Loa).

CUADRO N°6.6: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM \$ AÑO CORRIENTE) - II REGIÓN

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	1,520.40	11.05%	1,011.30	5.67%
O. HIDRÁULICAS	353.50	2.48%	1,557.40	11.32%	1,949.20	10.92%
VIALIDAD	10,959.80	76.84%	7,126.40	51.80%	13,460.20	75.40%
O. PORTUARIAS	1,585.90	11.12%	1,575.70	11.45%	493.60	2.77%
AEROPUERTOS	174.30	1.22%	263.60	1.92%	24.00	0.13%
ISAR VIALIDAD	630.30	4.42%	983.10	7.15%	609.90	3.42%
ISAR PLANEAMIENTO	559.00	3.92%	730.60	5.31%	303.00	1.70%
TOTAL	14,262.80	100.00%	13,757.20	100.00%	17,851.20	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Tercera Región:** Dentro de las obras viales desarrolladas en el año 2002 en la tercera región es posible destacar la Reposición Longitudinal Norte Ruta 5, Sector Travesía; y la Construcción Variante Ruta 5 – El Jilguero.

CUADRO N°6.7: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM \$ AÑO CORRIENTE) - III REGIÓN

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	0.40	0.00%	45.60	0.31%
O. HIDRÁULICAS	791.90	10.85%	1,682.10	13.81%	1,340.70	9.01%
VIALIDAD	5,333.80	73.05%	8,378.90	68.80%	11,805.70	79.37%
O. PORTUARIAS	166.70	2.28%	95.60	0.78%	92.50	0.62%
AEROPUERTOS	0.00	0.00%	10.20	0.08%	0.00	0.00%
ISAR VIALIDAD	574.80	7.87%	1,473.10	12.09%	815.40	5.48%
ISAR PLANEAMIENTO	434.70	5.95%	539.20	4.43%	773.90	5.20%
TOTAL	7,301.90	100.00%	12,179.50	100.00%	14,873.80	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Cuarta Región:** Se observa una importante componente asociada a obras hidráulicas que se mantiene en los años 2000, 2001 y 2002. En particular en el año 2002 se puede citar el Abovedamiento Canal La Herradura, la ampliación de la capacidad del embalse Cogotí, y la Construcción Canal Matriz y Canal Panguesillo. Dentro de las obras viales destacan la Construcción Puente Panguesillo, y el Mejoramiento Ruta D-71 Canela Alta
- Combarbalá, Sector Los Pozos.

CUADRO N°6.8: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM \$ AÑO CORRIENTE) - IV REGIÓN

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
O. HIDRÁULICAS	4,744.40	33.08%	4,653.00	25.20%	15,786.40	51.66%
VIALIDAD	7,922.70	55.24%	11,268.80	61.04%	10,842.50	35.48%
O. PORTUARIAS	484.90	3.38%	843.40	4.57%	636.40	2.08%
AEROPUERTOS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	41.80	0.14%
ISAR VIALIDAD	200.80	1.40%	764.50	4.14%	658.80	2.16%
ISAR PLANEAMIENTO	989.20	6.90%	931.90	5.05%	2,593.20	8.49%
TOTAL	14,342.00	100.00%	18,461.60	100.00%	30,559.10	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Quinta Región:** Las principales obras viales en el 2002 en la V Región son Habilitación Nuevo Camino La Pólvara, Sector Quebrada Las Animas – Quebrada Loma Larga, Tramo III Túnel T3, el Mejoramiento Rutas G-10-F y F-10-G, Sector La Dormida, km 0,0 a km 34,4, la Reposición Ruta E-85, Sector San Felipe – Los Andes, Reposición Ruta E-85, Sector San Felipe – Los Andes, entre otros.

CUADRO N°6.9: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM \$ AÑO CORRIENTE) - V REGIÓN

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	61.50	0.33%	51.30	0.26%	66.50	0.35%
O. HIDRÁULICAS	614.70	3.34%	171.20	0.87%	238.30	1.24%
VIALIDAD	14,837.70	80.69%	14,945.80	75.65%	14,379.80	74.64%
O. PORTUARIAS	1,104.20	6.00%	1,959.90	9.92%	1,018.70	5.29%
AEROPUERTOS	162.50	0.88%	137.40	0.70%	138.40	0.72%
ISAR VIALIDAD	259.40	1.41%	1,096.00	5.55%	990.60	5.14%
ISAR PLANEAMIENTO	1,348.20	7.33%	1,394.80	7.06%	2,433.70	12.63%
TOTAL	18,388.20	100.00%	19,756.40	100.00%	19,266.00	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Sexta Región:** Las principales obras en vialidad de la Cuarta Región corresponden a: Mejoramiento Ruta I-72, Sector Paredones – Bucalemu; Mejoramiento Ruta I-20 La Estrella – Las Damas.

CUADRO N°6.10: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - VI REGIÓN

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	19.00	0.11%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
O. HIDRÁULICAS	1,528.50	8.78%	267.40	1.00%	193.80	0.83%
VIALIDAD	14,122.40	81.10%	23,161.90	87.00%	16,681.50	71.69%
O. PORTUARIAS	10.10	0.06%	23.50	0.09%	315.70	1.36%
AEROPUERTOS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
ISAR VIALIDAD	258.80	1.49%	1,268.40	4.76%	818.20	3.52%
ISAR PLANEAMIENTO	1,473.70	8.46%	1,900.80	7.14%	5,258.80	22.60%
TOTAL	17,412.50	100.00%	26,622.00	100.00%	23,268.00	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Séptima Región:** Dentro de las obras viales realizadas el 2002 destacan: Mejoramiento Camino Rol K—60, Gualleco - Curepto, Tramo y Acceso Curepto; Construcción Acceso Sur Puente Maule, Camino Rol M-24; Mejoramiento Ruta 115-CH, Mejoramiento Camino Rol M-80-N Bifurcación Chovellén-Límite Regional; Reposición Cruce L-30-M, Sector Ruta L-26-M a Puente Purapel.

CUADRO N°6.11: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - VII REG.

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
O. HIDRÁULICAS	2,202.00	5.56%	1,437.10	3.95%	1,345.50	4.13%
VIALIDAD	33,893.90	85.60%	29,129.20	80.02%	28,094.90	86.24%
O. PORTUARIAS	398.00	1.01%	907.20	2.49%	313.80	0.96%
AEROPUERTOS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
ISAR VIALIDAD	1,283.50	3.24%	1,524.50	4.19%	1,130.00	3.47%
ISAR PLANEAMIENTO	1,818.40	4.59%	3,404.30	9.35%	1,693.10	5.20%
TOTAL	39,595.80	100.00%	36,402.30	100.00%	32,577.30	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Octava Región:** Entre las obras viales relevantes destacan el Mejoramiento Interconexión Vial Pte. Bío Bío N°2 – Cuatro Esquinas, Rep. Ruta N-45, Sector Cruce N-49 – La Capilla, Reposición Ruta 150, Lirquén – Tomé, Sector Punta de Parra – Cuesta Caracoles, entre otros.

CUADRO N°6.12: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - VIII REG.

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	78.40	0.17%	168.10	0.45%	51.40	0.12%
O. HIDRÁULICAS	5,196.50	11.30%	6,700.20	18.00%	4,821.60	11.39%
VIALIDAD	38,458.40	83.60%	25,670.70	68.97%	32,412.50	76.55%
O. PORTUARIAS	1,143.20	2.49%	1,890.20	5.08%	2,456.10	5.80%
AEROPUERTOS	31.20	0.07%	236.00	0.63%	888.50	2.10%
ISAR VIALIDAD	383.50	0.83%	1,761.90	4.73%	1,153.60	2.72%
ISAR PLANEAMIENTO	711.80	1.55%	793.00	2.13%	556.20	1.31%
TOTAL	46,003.00	100.00%	37,220.10	100.00%	42,339.90	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Novena Región:** En la región se destacan las siguientes obras viales: Construcción Puente Rucapangui Ubicado en Camino Puente Chispas – Balsa Rucapangui, Mejoramiento Ruta S-741 y S-743 Sector Acceso a Huiscapi, Mejoramiento Ruta R-90-P Sector Traiguén Lumaco II etapa, Mejoramiento Ruta S-10 Sector Quillem – Galvarino.

CUADRO N°6.13: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - IX REGION

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
O. HIDRÁULICAS	3,946.50	14.59%	2,878.80	9.21%	1,672.00	5.72%
VIALIDAD	20,704.80	76.56%	23,556.70	75.40%	21,768.00	74.51%
O. PORTUARIAS	784.10	2.90%	642.50	2.06%	717.30	2.46%
AEROPUERTOS	0.00	0.00%	38.00	0.12%	315.90	1.08%
ISAR VIALIDAD	1,089.50	4.03%	2,539.90	8.13%	2,805.70	9.60%
ISAR PLANEAMIENTO	519.20	1.92%	1,586.50	5.08%	1,937.40	6.63%
TOTAL	27,044.10	100.00%	31,242.40	100.00%	29,216.30	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Décima Región:** De las inversiones en el año 2002 se destacan las siguientes obras viales relevantes: Mejoramiento de las Rutas T-55 y T-665, Sector Futrono – Llifén – Calcurrupe, Tramo km 55,3–77,6; Mejoramiento Ruta U-72, Osorno Crucero, Sector Huilma Riachuelo; Mejoramiento Ruta V-46, Fresia – Parga – Las Cañitas; entre otras.

CUADRO N°6.14: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - X REGION

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	41.40	0.11%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
O. HIDRÁULICAS	267.40	0.74%	600.10	1.43%	0.00	0.00%
VIALIDAD	27,437.40	75.90%	31,036.70	73.72%	24,002.70	70.64%
O. PORTUARIAS	1,723.30	4.77%	1,670.90	3.97%	958.20	2.82%
AEROPUERTOS	1,165.30	3.22%	753.10	1.79%	1,656.70	4.88%
ISAR VIALIDAD	1,167.80	3.23%	1,796.00	4.27%	2,146.50	6.32%
ISAR PLANEAMIENTO	4,345.70	12.02%	3,913.90	9.30%	1,775.60	5.23%
LONG AUSTRAL	0.00	0.00%	2,332.60	5.54%	3,438.20	10.12%
TOTAL	36,148.30	100.00%	42,103.30	100.00%	33,977.90	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Undécima Región:** Las principales viales de la XI Región en el año 2002, corresponden a las siguientes: Mejoramiento (Pavimentación) Ruta X-65, Sector: Cruce Ruta 7 Sur - Pto. Ibañez, Mejoramiento (Pavimentación) Ruta 7 Norte, Sector: La Zaranda - Bifurcación Acceso Pto. Cisnes.

CUADRO N°6.15: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - XI REGION

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
O. HIDRÁULICAS	172.60	1.40%	133.10	0.95%	50.30	0.34%
VIALIDAD	8,793.30	71.43%	9,049.60	64.73%	11,146.60	74.45%
O. PORTUARIAS	1,007.50	8.18%	1,265.00	9.05%	428.30	2.86%
AEROPUERTOS	879.60	7.14%	681.00	4.87%	369.90	2.47%
ISAR VIALIDAD	923.20	7.50%	776.00	5.55%	972.50	6.50%
ISAR PLANEAMIENTO	534.70	4.34%	585.10	4.19%	653.40	4.36%
LONG AUSTRAL	0.00	0.00%	1,490.50	10.66%	1,350.50	9.02%
TOTAL	12,310.90	100.00%	13,980.30	100.00%	14,971.50	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Duodécima Región:** En el año 2002 se destaca el Mejoramiento Ruta 9, Sector Aeródromo – Bifurcación Cueva del Milodón, Provincia de Última Esperanza; Conservación Global, Comuna Torres del Paine, Última Esperanza, 4° Etapa; Conservación Global, Comuna de Punta Arenas, Magallanes, 3° Etapa.

CUADRO N°6.16: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - XII REG.

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
O. HIDRÁULICAS	1,577.40	9.05%	1,256.90	7.38%	1,295.00	7.97%
VIALIDAD	12,908.90	74.08%	13,235.10	77.75%	13,190.20	81.20%
O. PORTUARIAS	2,130.90	12.23%	1,066.30	6.26%	1,006.80	6.20%
AEROPUERTOS	165.00	0.95%	596.30	3.50%	237.90	1.46%
SUBSECTORIA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	18.20	0.11%
ISAR VIALIDAD	644.30	3.70%	843.00	4.95%	483.20	2.97%
ISAR PLANEAMIENTO	0.00	0.00%	24.10	0.14%	12.60	0.08%
TOTAL	17,426.50	100.00%	17,021.70	100.00%	16,243.90	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

- **Región Metropolitana:** En la región el porcentaje destinado a vialidad es un tanto menor, situación que se asemeja a lo observado en la IV Región. Nuevamente se observa una mayor importancia relativa de las obras hidráulicas, aunque se mantienen las obras viales en la primera ubicación. Dentro de las obras viales interurbanas de la región se pueden destacar: Mejoramiento Rutas G-184-182 Sector El Noviciado-Cruce Ruta G-16 (Lipangue), Mejoramiento Rutas G-10-F, Sector Cuesta La Dormida, Tramo km 0,0 al km 34,4, Mejoramiento Ruta G-76; Sector María Pinto - Santa Inés; Tramo km 0,0 al km 12,3; y dentro de las de vialidad urbana: Mejoramiento Cruces en Avenida Américo Vespucio, Sector Recoleta y Pedro Aguirre Cerda; Mejoramiento Cruces en Avenida Américo Vespucio, Sector El Salto.

CUADRO N°6.17: INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MM\$ AÑO CORRIENTE) - REGION METROPOLITANA

SERVICIOS	AÑO 2002		AÑO 2001		AÑO 2000	
	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%	SECTORIAL	%
ARQUITECTURA	1,518.90	4.30%	1,075.20	3.86%	609.50	2.35%
O. HIDRÁULICAS	11,146.80	31.57%	8,223.80	29.53%	6,384.90	24.65%
VIALIDAD	18,690.90	52.94%	15,747.00	56.54%	15,977.80	61.68%
O. PORTUARIAS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
AEROPUERTOS	189.10	0.54%	203.80	0.73%	229.50	0.89%
ISAR VIALIDAD	1,797.00	5.09%	383.60	1.38%	1,311.30	5.06%
ISAR PLANEAMIENTO	1,964.30	5.56%	2,217.00	7.96%	1,393.10	5.38%
TOTAL	35,307.00	100.00%	27,850.40	100.00%	25,906.10	100.00%

Fuente: Memoria Anual MOPTT

En síntesis, la inversión total en obras, estudios y equipamientos efectuada por la Dirección de Vialidad durante el año 2002 ascendió a 295.698,8 millones de pesos. En el Cuadro N° 6.18 se puede observar el detalle de esta inversión por región y fuente de financiamiento.

CUADRO N°6.18: INVERSIONES EN OBRAS, ESTUDIOS Y EQUIPAMIENTO

REGIONES	SECTORIAL	FNDR	APORTES	TOTAL
I	20.720,4	1.777,9	0,0	22.498,3
II	10.959,8	2.591,1	0,0	13.550,9
III	5.333,8	1.194,7	0,0	6.528,5
IV	7.922,7	1.261,0	0,0	9.183,7
V	14.837,7	762,9	30,7	15.631,3
VI	14.122,4	2.982,4	2.021,0	19.125,8
VII	33.893,9	1.339,2	0,0	35.233,1
VIII	38.458,4	1.629,0	0,0	40.087,4
IX	20.704,8	5.318,8	2.805,0	28.828,6
X	27.437,4	2.820,4	82,3	30.340,1
XI	8.793,3	5.427,6	0,0	14.220,9
XII	12.908,9	1.657,9	0,0	14.566,8
RM	18.690,9	473,0	0,0	19.163,9
TOTAL REGIONAL	234.784,5	29.235,8	4.939,0	268.959,3
ISAR	9.260,4	0,0	0,0	9.260,4
NO REGIONALIZADA	14.829,2	0,0	0,0	14.829,2
EQUIPAMIENTO	614,9	0,0	0,0	614,9
ESTUDIOS	2.035,0	0,0	0,0	2.035,0
TOTAL INVERSIÓN	261.524,0	29.235,8	4.939,0	295.698,8

Fuente: Memoria Anual MOPTT

6.2.2 Presupuestos Históricos de la Dirección de Vialidad

Mientras que la evolución de esta inversión en el tiempo, desglosada por tipo de fondos, se muestra en el Cuadro N° 6.19. Destacándose que a través de fondos sectoriales en los últimos 2 años se ha financiado el 88% de las inversiones –inferior al 93% que en promedio representó dicho fondo entre los años 1997 y 2000–, el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) explicó el 9% de las inversiones en los últimos años de la serie, mientras que otro aporten representaron el 3% de las inversiones. Para la generación de esos resultados, además de la información de la Memoria Anual del MOPTT, se trabajó con un listado proporcionado por la Dirección de Vialidad, donde se indican las obras, estudios y proyectos de vialidad desde 1998 a 2002, con montos en MM\$ corrientes de cada año.

CUADRO N° 6.19: VALOR TOTAL DE INVERSIÓN EFECTUADA POR LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD

TIPO DE FONDOS	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SECTORIAL	285.722,5	297.730,5	263.222,1	256.036,1	258.442,4	261.524,0
FNDR	16.810,5	21.654,9	18.714,9	17.713,2	24.267,7	29.235,8
APORTES	1.714,6	850,3	1.084,9	5.565,9	9.709,9	4.939,0
TOTAL MOP	304.247,6	320.235,7	283.021,9	279.315,2	292.420,0	295.698,8

Fuente: Memoria Anual MOPTT

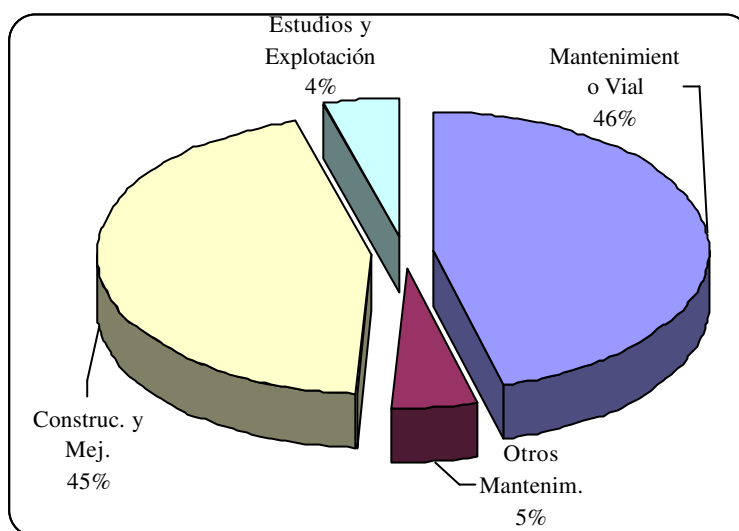
Por otro lado, a partir de información proporcionada por la DIRPLAN, fue posible generar una serie histórica de los montos de inversión de la Dirección de Vialidad según tipo de asignación, a continuación se presentan dichas cifras para el período 2000–2003.

CUADRO N° 6.20: INVERSIONES DE LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD – PERÍODO 2000-2003 (MM US\$)

Items	2000	2001	2002	2003	Media	%
Conservación Red Básica	44	39	29	42	39	9%
Conservación Red Comunal	71	47	32	35	46	10%
Conservación Globales	67	61	55	68	63	14%
Reposición de Pavimentos	51	38	74	52	54	12%
Reposición de Ripio	3	2	0	0	1	0%
Conservación de Calzada Vial	235	187	190	198	202	46%
Conservación Def. Fluviales	14	8	5	5	8	2%
Emergencias	7	16	1	0	6	1%
Reposición de Puentes	3	10	7	7	7	2%
Otros Mantenimientos	24	33	13	13	21	5%
Ampliaciones	4	4	4	1	3	1%
Construcciones	53	61	47	23	46	10%
Mejoramientos	134	148	176	135	148	34%
Construcciones y Mejoramientos	191	212	227	159	197	45%
Estudios, Asesorías y Adm.	2	4	4	47	14	3%
Equipamiento y Explotación	6	7	4	5	6	1%
Estudios y Explotación	8	11	8	52	20	4%
Total	459	444	438	422	440	100%

Fuente: Archivo SAFI proporcionado por la Dirección de Planeamiento.

GRÁFICO N° 6.1: DISTRIBUCIÓN POR ITEMS DEL PRESUPUESTO DE LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD



Tal como se aprecia en el cuadro y gráfico anterior, el presupuesto en conservación representa el 51% del monto total del presupuesto de la Dirección de Vialidad, siendo para los fines del Estudio los de mayor interés los asociados a la conservación de calzadas, que en promedio presentan una cifra de 202 millones de US\$ al año, representando así el 46% del total sectorial.

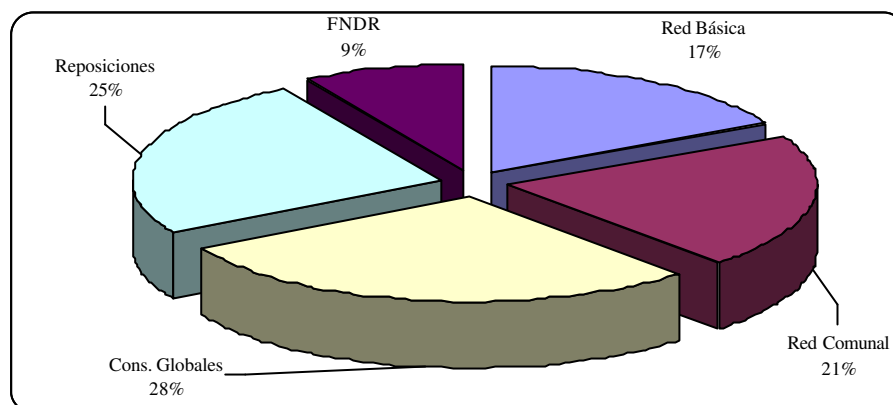
Si al monto anterior, se le incluye el aporte del FNDR y otros aportes privados, se llega a una cifra media anual en conservación de calzada que asciende a los 221.6 millones de US\$ al año, con la siguiente distribución a nivel regional.

CUADRO N° 6.21: PRESUPUESTO MEDIO ANUAL EN CONSERVACIÓN DE CALZADAS –
 PERÍODO 2000-2003 (MM US\$ / AÑO)

Región	Red Básica	Red Comunal	Conserv. Globales	Reposic. Pavimentos	Reposic. de Rípio	Total Sectorial	FNDR y Aportes	Total
1	3,1	1,3	2,6	11,9	0,2	19,0	0,9	20,0
2	3,6	1,3	2,8	4,3	0,0	11,9	0,9	12,8
3	2,9	2,1	2,5	5,5	0,8	13,8	1,4	15,2
4	1,8	2,3	3,7	0,4	0,0	8,2	0,4	8,7
5	2,7	3,7	4,4	1,9	0,0	12,7	1,8	14,5
6	2,2	2,4	6,9	0,6	0,0	12,1	0,9	12,9
7	2,9	5,8	6,5	3,5	0,1	18,9	2,1	21,0
8	3,0	5,3	7,4	9,2	0,0	24,8	1,3	26,1
9	3,1	8,3	9,2	0,3	0,0	20,9	5,5	26,4
10	4,8	5,6	7,2	9,3	0,2	27,1	1,9	29,0
11	2,9	2,2	2,1	0,7	0,0	7,8	0,9	8,7
12	2,6	1,3	3,0	4,4	0,0	11,2	0,6	11,8
13	3,0	4,5	4,7	1,7	0,0	13,9	0,7	14,6
Total	38,6	46,0	62,9	53,5	1,4	202,4	19,2	221,6

Fuente: Archivo SAFI proporcionado por la Dirección de Planeamiento.

GRÁFICO N° 6.2: DISTRIBUCIÓN DE MONTO GLOBAL EN CONSERVACIÓN DE CALZADAS



Si bien a partir de la información proporcionada por la Dirección de Planeamiento, fue posible determinar el presupuesto regional de inversión en conservación de los últimos años, de un análisis más detallado llevado a cabo con la Dirección de Vialidad, se obtuvo que una fracción del presupuesto de conservación es utilizado en la práctica en obras de mejoramiento vial. Por lo anterior, es preciso descontar los montos del presupuesto de conservación destinados a otros fines, de modo de generar un adecuado parámetro de comparación con los resultados que se obtengan de la modelación con HDM-4. En el cuadro siguiente se presenta por región, las inversiones que es preciso descontar del presupuesto, obteniéndose en definitiva que ésta alcanza el 17.3% del presupuesto en conservación, generándose así una cifra media de 202.9 MMUS\$/año, que en realidad fue destinada a conservación de calzada en el período 2000 – 2003.

CUADRO N° 6.22: MONTO REAL DESTINADO A CONSERVACIÓN DE CALZADA – PERÍODO 2000-2003
 (MM US\$ / AÑO)

Región	Promedio Presupuesto Conservación	Promedio del Monto Gastado en Otros Fines	Promedio Monto FNDR y Aportes	Monto Real en Conservación de Calzada
1	19,3	2,7	0,9	17,6
2	12,2	0,8	0,9	12,3
3	14,4	2,0	1,4	13,9
4	8,5	0,9	0,4	8,0
5	14,0	1,9	1,7	13,8
6	14,3	2,8	0,8	12,3
7	19,6	4,8	2,1	16,9
8	30,0	7,8	1,3	23,5
9	22,5	2,2	5,5	25,8
10	31,3	6,5	1,8	26,7
11	8,1	1,1	0,9	7,9
12	11,5	2,3	0,6	9,7
13	16,4	2,5	0,7	14,5
Total	222,2	38,4	19,2	202,9

Fuente: Archivo SAFI proporcionado por la Dirección de Planeamiento, y ajustes realizado en base a información del gasto real en conservación realizado por la Dirección de Vialidad..

Cabe observar que no fue posible desagregar la información según tipo de calzada. En efecto, los montos asociados a Red Básica, Red Comunal y Conservación Global, explican cerca del 75% del total sectorial, y para los cuales no fue posible obtener información que permita desagregar los aportes según tipo de caminos o actividad de conservación.

No obstante lo anterior, de igual forma la información es de gran interés para el análisis, ya que con ella es posible comparar a nivel regional los montos medios en conservación de calzadas de los últimos años, con los resultantes de la modelación con HDM-4. Dicha comparación se presentan en los Acápites 8.2 y 9.5 del presente informe.

6	COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN E INFORMACIÓN DE POLÍTICA PRESUPUESTARIA	6-1
6.1	COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN	6-1
6.2	ANTECEDENTES DE POLÍTICA PRESUPUESTARIA	6-3
6.2.1	<i>Presupuestos por Servicio y Región</i>	<i>6-3</i>
6.2.2	<i>Presupuestos Históricos de la Dirección de Vialidad</i>	<i>6-10</i>

7 ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN

7.1 ESTÁNDAR DE CONSERVACIÓN PARA CAMINOS

Los estándares de conservación que se especifican para un cierto camino pueden ser definidos como un conjunto de acciones de conservación y mejoramiento y su correspondiente umbral o límite de intervención. Las acciones de conservación y mejoramiento que se considerarán en este estudio se tomarán en base a las incorporadas en el programa HDM-4 como las especificadas en el documento “Recomendaciones para la utilización del HDM-4 en Chile”. La formulación de los estándares de conservación finalmente definidos para considerar en la modelación del comportamiento de los caminos fue el acordado en conjunto con la Inspección Fiscal. En este acápite se entregan las actividades incluidas en HDM-4 como también las estrategias de conservación consideradas en la modelación de los tramos de la red nacional y la red piloto de la IV región.

Las actividades de conservación que incluye el programa HDM-4 de acuerdo la clasificación que incorpora, son las siguientes:

CUADRO N° 7.1: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO PARA PAV. FLEXIBLES

Clasificación	Tipo de Trabajo	Actividad
		Reparación de borde
Mantenimiento	Rutinario	Bacheo
		Sello de grietas
		Limpieza de faja y drenaje
		Reconstrucción
	Rehabilitación	Fresado y Reemplazo
		Recapado asfáltico engomado
		Recapado asfáltico denso
		Recapado asfáltico abierto
		Incrustación
		Recapado delgado
	Renovación Superficial	Sello superficial con corrección del perfil longitudinal
		Sello superficial
		Tratamiento superficial doble con corrección perfil longitudinal
		Tratamiento superficial doble
		Tratamiento superficial simple con corrección perfil longitudinal
		Tratamiento superficial simple
	Tratamiento Preventivo	Lechada asfáltica
		Riego neblina
		Rejuvenecimiento

CUADRO N° 7.1: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO PARA PAV. FLEXIBLES

Clasificación	Tipo de Trabajo	Actividad
Mejoramiento	Cambio de estándar	Cambio de estándar a una nueva clase de capa
	Ensanche	Pista adicional
		Ensanchado parcial
	Mejora del trazado	Mejora geométrica del trazado

CUADRO N° 7.2: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO PARA PAV. RÍGIDOS

Clasificación	Tipo de Trabajo	Actividad
Mantenimiento	Rutinario	Control Vegetación, Limpieza de drenajes
	Tratamiento Preventivo	Mejoramiento de barras de traspaso de carga
		Mejoramiento de bermas de hormigón
		Mejoramiento de drenaje de borde longitudinal
		Sello de juntas
		Reemplazo de losas
	Restauración	Reparación de la profundidad total
		Reparación de la profundidad parcial
		Cepillado
	Rehabilitación	Recapado de hormigón adherido

CUADRO N° 7.3: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Clasificación	Tipo de Trabajo	Actividad
Mantenimiento	Rutinario	Recebo puntual
	Conservación	Perfilado
	Renovación Superficial	Recebo
Mejoramiento	Ensanche	Pista adicional
		Ensanchado parcial
	Mejora del trazado	Mejora geométrica del trazado
	Cambio de estándar	Cambio de estándar a una nueva clase de capa

Mediante la combinación de estas actividades de conservación, en el documento “Recomendaciones para la utilización del HDM-4 en Chile” se definen una serie de estándares propuestos para la conservación de caminos pavimentados y no pavimentados de Chile. Dichos estándares incluyen una política “base” para la evaluación de la red vial, más diferentes políticas de conservación asociadas a diversos niveles de deterioro, tránsito y tipo de pavimento, entre otros factores. Por otro lado, y en común acuerdo con la Inspección Fiscal del proyecto, se han agregado otros estándares de conservación y mejoramientos, como la actividad de ampliación de calzada para caminos pavimentados, con criterio de intervención definido en conjunto con la Inspección Fiscal del estudio.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las políticas de conservación y definidas deberán ajustarse en conjunto con el equipo de trabajo una vez analizados los resultados de la modelación y dependiendo de las condiciones presupuestarias, tipo de camino, etc.

En el Capítulo 8 se presentan los estándares propuestos en una primera instancia, con los cuales se realizaron las corridas de largo plazo (20 años) del modelo HDM-4. Posteriormente, en función de los resultados obtenidos, se generaron y modelaron nuevos

estándares de conservación vial, para un horizonte esta vez de mediano plazo (10 años). Dichos estándares de conservación, como también los resultados de su modelamiento, se presentan y analizan en el Capítulo 9 del Estudio.

7.2 ESTÁNDAR DE CONSERVACION OBRAS DE ARTE

Las losas, alcantarilla, sifón, cámara, sumidero, etc., así como sus cauces de entrada y salida existentes dentro de la faja del camino, aguas arriba y aguas debajo de la obra de arte; éstos deberán estar libres de elementos orgánicos o inertes que impidan, obstaculicen o altere el escurrimiento efectivo de las aguas.

Los elementos estructurales de estas obras de arte menores no deben presentar deformaciones, asentamiento, enfierradura a la vista en elementos de hormigón, ni un nivel de corrosión que afecte la capacidad estructural o elementos metálicos incompletos.

No deberá existir socavación en los cauces en la entrada, salida o al interior de las obras de arte.

7.3 ESTÁNDAR DE CONSERVACION SEÑALIZACIÓN VERTICAL

El estado de conservación de la señalización vertical se establecerá sobre la base de la evaluación de dos características básicas: Nivel de Deterioro y Visibilidad Nocturna.

? Nivel de Deterioro:

Se controlarán los siguientes parámetros:

- Cuarteado: Formación de pequeñas escamas que permiten la visión de las capas subyacentes.
- Fisuración: Formación de fisuras sobre la superficie reflectante, que puedan derivar en el cuarteado.
- Ampollas: Aparición de ampollas en la superficie reflectante o pintada de la señal.
- Desintegración: Pérdida de fragmentos de material reflectante o pintura.
- Erosión: Desgaste de material reflectante o de la pintura, con exposición de la capa sobre la que se encuentra, por el paso del tiempo o la acción de agentes atmosféricos.
- Oxidación: Aparición de zonas oxidadas sobre la superficie de la placa.
- Pintadas: Acciones vandálicas

- Decoloración: Pérdida de color de la marca vial, en intensidad o tono, por envejecimiento o acumulación de suciedad.
- Destrucción: Por accidentes u otras causas.

El nivel de deterioro de la señalización vertical se comprobará todos los meses, por Inspección Visual, durante el día.

Se deberán efectuar las acciones de conservación que correspondan antes de que la superficie de la señal afectada por una o por el conjunto de fallas enumeradas alcance un 10%. Se exceptuarán de lo anterior la situación de destrucción por accidentes y pintado vandálico, donde el reemplazo de la señal debe ser inmediato.

? Visibilidad Nocturna:

La visibilidad nocturna se controlará cada 6 meses por retrorreflectancia.

Se deberán efectuar las acciones de conservación que correspondan antes de que la retrorreflectancia alcance un 60% del valor mínimo indicado en el Manual de Señalización de Tránsito, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

7	ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN	7-1
7.1	ESTÁNDAR DE CONSERVACIÓN PARA CAMINOS.....	7-1
7.2	ESTÁNDAR DE CONSERVACION OBRAS DE ARTE.....	7-3
7.3	ESTÁNDAR DE CONSERVACION SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	7-3

8 MODELACIÓN CON HDM4 A 20 AÑOS

8.1 ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN MODELADOS

A continuación se presentan los estándares propuestos en una primera instancia, con los cuales se realizaron las corridas de largo plazo (20 años) del modelo HDM-4. Posteriormente, en función de los resultados obtenidos, se generaron y modelaron nuevos estándares de conservación vial, para un horizonte de mediano plazo (10 años). Dichos estándares de conservación, como también los resultados de su modelamiento, se presentan y analizan en el Capítulo 9 del presente Estudio.

CUADRO N° 8.1: ESTÁNDARES MANTENIMIENTO PARA CAM. DE ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Alternativa Base	Alt. Base	F00 Conservación Rutinaria Flexible	Conservación Rutinaria Asfalto
Política Base	F01	F01 Política Base Flexible	Bacheo Conservación Rutinaria Asfalto Reconstrucción T.Sup IRI>8: 300<TMDA<1200 Reconstrucción T3 IRI>6: 1200<TMDA<3000 Reconstrucción T4 IRI>6: TMDA>3000 Recapado Tipo 5 IRI >5: TMDA>1200 Recapado Tipo 4 IRI>5: 0<TMDA<1200 Sello Granular al 25% de Grietas
Política Concesiones	F02	F02 Política Concesiones Flexible	Conservación Rutinaria Asfalto Bacheo Slurry Seal grietas anchas>10% Recapado T2 IRI>3.5: TMDA<300 Recapado T3 IRI>3.5: 300 <TMDA<1200 Recapado T4 IRI>3.5: 1200<TMDA<3000 Recapado T5 IRI>3.5: TMDA>3000
Política Vialidad	F03	F03 Política Vialidad Flexible	Conservación Rutinaria Asfalto Bacheo Slurry Seal grietas anchas>15% Recapado T3 IRI>4:TMDA<1200 Recapado T4 IRI>4: 1200<TMDA<3000 Recapado T5 IRI>4: TMDA>3000
Política Recapado	F04	F04 Recapado Asfáltico: IRI>3.5	Conservación Rutinaria Asfalto Recapado T1 IRI>3.5: TMDA<300 Recapado T2 IRI>3.5: 300<TMDA<1200 Recapado T3 IRI>3.5: 1200<TMDA<3000 Recapado T4 IRI>3.5: TMDA>3000
	F05	F05 Recapado Asfáltico: IRI>4.0	Conservación Rutinaria Asfalto Recapado T2 IRI>4: TMDA<300 Recapado T3 IRI>4: 300<TMDA<1200 Recapado T4 IRI>4: 1200<TMDA<3000 Recapado T5 IRI>4: TMDA>3000
	F06	F06 Recapado Asfáltico: IRI>5.0	Conservación Rutinaria Asfalto Recapado T2 IRI>5: TMDA<300 Recapado T3 IRI>5: 300<TMDA<1200 Recapado T4 IRI>5: 1200<TMDA<3000 Recapado T5 IRI>5: TMDA>3000
Política Repavimentación	F07	F07 Repavimentación: 5.0<IRI<7.0	Conservación Rutinaria Asfalto Repavimentación T1 IRI>5: TMDA<300 Repavimentación T2 IRI>5: 300<TMDA<1200 Repavimentación T3 IRI>5: 1200<TMDA<3000 Repavimentación T4 IRI>5: TMDA>3000 Recapado Tipo 5 IRI >4: TMDA>1200 Recapado Tipo 4 IRI>4: 0<TMDA<1200

CUADRO N° 8.1: ESTÁNDARES MANTENIMIENTO PARA CAM. DE ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Reconstrucción	F08	F08 Reconstrucción: IRI>7.0	Conservación Rutinaria Asfalto Reconstrucción T1 IRI>7: TMDA<300 Reconstrucción T2 IRI>7: 300<TMDA<1200 Reconstrucción T3 IRI>7: 1200<TMDA<3000 Reconstrucción T4 IRI>7: TMDA>3000 Recapado Tipo 5 IRI >4: TMDA>1200 Recapado Tipo 4 IRI>4: 0<TMDA<1200 Sello Granular al 15% de Grietas
Política Slurry Seal	F09	F09 Slurry Seal 15% grietas	Slurry Seal al 15% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F10	F10 Slurry Seal 20% grietas	Slurry Seal al 20% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F11	F11 Slurry Seal 25 % grietas	Slurry Seal al 25% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
Política Sello de Agregados	F12	F12 Sello de agregados 15% grietas	Sello Granular al 15% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F13	F13 Sello de agregados 20% grietas	Sello Granular al 20% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F14	F14 Sello de agregados 25% grietas	Sello Granular al 25% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
Política Ampliación + Política Base	F15_01*	F15 Ampliación de Calzada ASF F01 Política Base Flexible	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Bacheo Conservación Rutinaria Asfalto Reconstrucción T.Sup: 300<TMDA<1200 IRI>8 Reconstrucción Tipo 3: 1200<TMDA<3000 IRI>6 Reconstrucción Tipo 4: TMDA>3000 IRI>6 Recapado Tipo 5 IRI >5: TMDA>1200 Recapado Tipo 4 IRI>5: 0<TMDA<1200 Sello Granular al 25% de Grietas
Política Ampliación + Política Concesiones	F15_02*	F15 Ampliación de Calzada ASF F02 Política Concesiones Flexible	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Bacheo Slurry Seal grietas anchas>10% Recapado T2 IRI>3.5 TMDA<300 Recapado T3 IRI>3.5 300 <TMDA<1200 Recapado T4 IRI>3.5 1200<TMDA<3000 Recapado T5 IRI>3.5 TMDA>3000
Política Ampliación + Política Vialidad	F15_03*	F15 Ampliación de Calzada ASF F03 Política Vialidad Flexible	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Bacheo Slurry Seal grietas anchas>15% Recapado T3 IRI>4 TMDA<1200 Recapado T4 IRI>4 1200<TMDA<3000 Recapado T5 IRI>4 TMDA>3000
Política Ampliación + Política Recapado	F15_04*	F15 Ampliación de Calzada ASF F04 Recapado Asfáltico: IRI>3.5	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Conservación Rutinaria Asfalto Recapado Cond1 Tipo 1: TMDA<300 Recapado Cond1 Tipo 2: 300<TMDA<1200 Recapado Cond1 Tipo 3: 1200<TMDA<3000 Recapado Cond1 Tipo 4: TMDA>3000
	F15_05*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F05 Recapado Asfáltico: IRI>4.0	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Conservación Rutinaria Asfalto Recapado Cond2 Tipo 2: TMDA<300 Recapado Cond2 Tipo 3: 300<TMDA<1200 Recapado Cond2 Tipo 4: 1200<TMDA<3000 Recapado Cond2 Tipo 5: TMDA>3000
	F15_06*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F06 Recapado Asfáltico: IRI>5.0	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Conservación Rutinaria Asfalto Recapado Cond3 Tipo 2: TMDA<300 Recapado Cond3 Tipo 3: 300<TMDA<1200 Recapado Cond3 Tipo 4: 1200<TMDA<3000 Recapado Cond3 Tipo 5: TMDA>3000

CUADRO N° 8.1: ESTÁNDARES MANTENIMIENTO PARA CAM. DE ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Ampliación + Política Repavimentación	F15_07*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F07 Repavimentación: 5.0<IRI<7.0	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Repavimentación Tipo 1: TMDA<300 Conservación Rutinaria Asfalto Repavimentación Tipo 2: 300<TMDA<1200 Repavimentación Tipo 3: 1200<TMDA<3000 Repavimentación Tipo 4: TMDA>3000 Recapado Tipo 5 IRI >4: TMDA>1200 Recapado Tipo 4 IRI>4: 0<TMDA<1200 Sello Granular al 15% de Grietas
Política Ampliación + Política Reconstrucción	F15_08*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F08 Reconstrucción: IRI>7.0	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Conservación Rutinaria Asfalto Reconstrucción Tipo 1: TMDA<300 Reconstrucción Tipo 2: 300<TMDA<1200 Reconstrucción Tipo 3: 1200<TMDA<3000 Reconstrucción Tipo 4: TMDA>3000 Recapado Tipo 5 IRI >4: TMDA>1200 Recapado Tipo 4 IRI>4: 0<TMDA<1200 Sello Granular al 15% de Grietas
Política Ampliación + Política Slurry Seal	F15_09*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F09 Slurry Seal 15% grietas	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Slurry Seal al 15% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F15_10*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F10 Slurry Seal 20% grietas	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Slurry Seal al 20% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F15_11*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F11 Slurry Seal 25 % grietas	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Slurry Seal al 25% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
Política Ampliación + Política Sello de Agregados	F15_12*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F12 Sello de agregados 15% grietas	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Sello Granular al 15% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F15_13*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F13 Sello de agregados 20% grietas	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Sello Granular al 20% grietas Conservación Rutinaria Asfalto
	F15_14*	F15 Ampliación de Calzada ASF si TMDA>5000 F14 Sello de agregados 25% grietas	Cambio de Estándar a Calzada Doble TMDA>5000 Sello Granular al 25% grietas Conservación Rutinaria Asfalto

*Sólo en Rutas Nacionales y Regionales

Fuente: Unidad de Gestión Vial y Consultor

Tasa Máxima de Bacheo:

Política Base: 80 m2/km/año

Otras Políticas: 15 m2/km/año Zona Norte; 25 m2/km/año Zona Centro; 20 m2/km/año Zona Sur; 15 m2/km/año Zona Austral
 Repavimentaciones Asfálticas, Para 5,0 < IRI < 7,0 (Se conservan las bases granulares):

Tipo 1: 60 mm de carpeta; Tipo 2: 70 mm de carpeta y 80 mm de base asfáltica; Tipo 3: 50 mm de carpeta, 60 mm de binder y 80 mm de base asfáltica; Tipo 4: 60 mm de carpeta, 70 mm de binder y 100 mm de base asfáltica

Recapados Asfálticos:

Tipo 1: 50 mm de carpeta; Tipo 2: 60 mm de carpeta; Tipo 3: 50 mm de carpeta y 80 mm de base asfáltica; Tipo 4: 50 mm de carpeta, 60 mm de binder y 80 mm de base asfáltica; Tipo 5: 50 mm de carpeta, 70 mm de binder y 90 mm de base asfáltica

Reconstrucciones Asfálticas, Para IRI > 7,0 (Se remueven todas las capas del pav.):

Tipo 1: 50 mm carpeta, 70 mm base asfáltica, 150 mm base granular y 150 mm subbase; Tipo 2: 60 mm carpeta, 90 mm base asfáltica, 150 mm base granular y 150 mm de subbase; Tipo 3: 60 mm carpeta, 60 mm binder, 80 mm base asfáltica, 120 mm base granular y 150 mm subbase; Tipo 4: 60 mm carpeta, 70 mm binder, 80 mm base asfáltica, 150 mm base granular y 150 mm subbase.

CUADRO N° 8.2: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS PAVIMENTADOS, HORMIGÓN

Política Alternativa Base	Código Alternativa Base	Asignaciones	Descripción
		H00 Conservación Rutinaria Hormigón	Conservación Rutinaria Hormigón
Política Base	H01	H01 Política Base 1 Rígido	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años
	H02	H02 Política Base 2 Rígido	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años
Política 1	H03	H03 Política 1: J2 D10 Esc6 20RL80	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años Reemplazo de Drenes año 10 Cepillado escalonamiento>6mm Reemplazo de 20% losas agrietadas al 80% grietas
	H04	H04 Política 1: JE4 D10 Esc6 20RL80	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años Reemplazo de Drenes año 10 Cepillado escalonamiento>6mm Reemplazo de 20% losas agrietadas al 80% grietas
	H05	H05 Política 1: J2 D10 20RL80 IRI4	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años Reemplazo de Drenes año 10 Cepillado IRI>4 Reemplazo de 20% losas agrietadas al 80% grietas
	H06	H06 Política 1: JE4 D10 20RL80 IRI4	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años Reemplazo de Drenes año 10 Cepillado IRI>4 Reemplazo de 20% losas agrietadas al 80% grietas
	H07	H07 Política 1: J2 D10 Esc6 60RL80	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años Reemplazo de Drenes año 10 Cepillado escalonamiento>6mm Reemplazo de 60% losas agrietadas al 80% grietas
	H08	H08 Política 1: JE4 D10 Esc6 60RL80	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años Reemplazo de Drenes año 10 Cepillado escalonamiento>6mm Reemplazo de 60% losas agrietadas al 80% grietas
Política 2	H09	H09 Política 2: J2 D5 IRI4 100RL20	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años Reemplazo de Drenes año 5 Cepillado IRI>4 Reemplazo de 100% losas agrietadas al 20% grietas
	H10	H10 Política 2: JE4 D5 IRI4 100RL20	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años Reemplazo de Drenes año 5 Cepillado IRI>4 Reemplazo de 100% losas agrietadas al 20% grietas
	H11	H11 Política 2: J2 D5 IRI4 40RL80	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años Reemplazo de Drenes año 5 Cepillado IRI>4 Reemplazo de 40% losas agrietadas al 80% grietas
	H12	H12 Política 2: JE4 D5 IRI4 40RL80	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años Reemplazo de Drenes año 5 Cepillado IRI>4 Reemplazo de 40% losas agrietadas al 80% grietas
	H13	H13 Política 2: J2 D5 IRI4 100RL80	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años Reemplazo de Drenes año 5 Cepillado IRI>4 Reemplazo de 100% losas agrietadas al 80% grietas

CUADRO N° 8.2: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS PAVIMENTADOS, HORMIGÓN

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política 2	H14	H14 Política 2: JE4 D5 IRI4 100RL80	Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años
			Reemplazo de Drenes año 5
			Cepillado IRI>4
	H15	H15 Política 2: J2 D5 IRI4 60RL40	Reemplazo de 100% losas agrietadas al 80% grietas
			Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Asfáltico de Juntas cada 2 años
			Reemplazo de Drenes año 5
	H16	H16 Política 2: JE4 D5 IRI4 60RL40	Cepillado IRI>4
			Reemplazo de 60% losas agrietadas al 40% grietas
			Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años
	H17	H17 Política 2: J2 D5 IRI4 60RL80	Reemplazo de Drenes año 5
			Cepillado IRI>4
			Reemplazo de 60% losas agrietadas al 80% grietas
			Conservación Rutinaria Hormigón
	H18	H18 Política 2: JE4 D5 IRI4 60RL80	Sello Elastomérico de Juntas cada 4 años
			Reemplazo de Drenes año 5
			Cepillado IRI>4
			Reemplazo de 60% losas agrietadas al 80% grietas
Política 3	H19	H19 Política 3: J3 D15 IRI5 10RL80	Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Asfáltico de Juntas cada 3 años
			Reemplazo de Drenes año 15
			Cepillado IRI>5
	H20	H20 Política 3: JE5 D15 IRI5 10RL80	Reemplazo de 10% losas agrietadas al 80% grietas
			Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Elastomérico de Juntas cada 5 años
			Reemplazo de Drenes año 15
	H21	H21 Política 3: J3 D15 IRI5 50RL80	Cepillado IRI>5
			Reemplazo de 10% losas agrietadas al 80% grietas
			Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Asfáltico de Juntas cada 3 años
	H22	H22 Política 3: JE5 D15 IRI5 50RL80	Reemplazo de Drenes año 15
			Cepillado IRI>5
			Reemplazo de 50% losas agrietadas al 80% grietas
			Conservación Rutinaria Hormigón
	H23	H23 Política 3: J3 D15 IRI5 90RL80	Sello Asfáltico de Juntas cada 3 años
			Reemplazo de Drenes año 15
			Cepillado IRI>5
			Reemplazo de 90% losas agrietadas al 80% grietas
	H24	H24 Política 3: JE5 D15 IRI5 90RL80	Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Elastomérico de Juntas cada 5 años
			Reemplazo de Drenes año 15
			Cepillado IRI>5
	H25	H25 Política 3: J3 D15 IRI5 50RL50	Reemplazo de 90% losas agrietadas al 80% grietas
			Conservación Rutinaria Hormigón
			Sello Asfáltico de Juntas cada 3 años
			Reemplazo de Drenes año 15
			Cepillado IRI>5
			Reemplazo de 50% losas agrietadas al 50% grietas

CUADRO N° 8.2: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS PAVIMENTADOS, HORMIGÓN

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política 3	H26	H26 Política 3: JE5 D15 IRI5 50RL50	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 5 años Reemplazo de Drenes año 15 Cepillado IRI>5 Reemplazo de 50% losas agrietadas al 50% grietas
	H27	H27 Política 3: J3 D15 IRI5 90RL50	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Asfáltico de Juntas cada 3 años Reemplazo de Drenes año 15 Cepillado IRI>5 Reemplazo de 90% losas agrietadas al 50% grietas
	H28	H28 Política 3: JE5 D15 IRI5 90RL50	Conservación Rutinaria Hormigón Sello Elastomérico de Juntas cada 5 años Reemplazo de Drenes año 15 Cepillado IRI>5 Reemplazo de 90% losas agrietadas al 50% grietas

Fuente: Unidad de Gestión Vial y Consultor

(1), (2), (3) en el detalle de las variantes de políticas se señala sólo la actividad que se modifica respecto de la política principal, entendiéndose que el resto se conserva tal como en la política 1, 2 ó 3 según corresponda.

Para el caso de los caminos no pavimentados, se definieron distintos cambio de estándar dependiendo del TMDA. Así, una Tierra pasa a Grava cuando el TMDA>100, una Grava pasa a CAPRO o a Estabilizado (solo en caminos ubicados entre la I y la VI región) cuando el TMDA >200, y un camino CAPRO o estabilizado pasa a Doble Tratamiento Asfáltico cuando el TMDA>300. Adicionalmente, para cada uno de estos cambios de estándar, se definieron sus respectivas políticas de mantenimiento. Todo lo anterior se explica en los siguientes cuadros.

CUADRO N° 8.3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE GRAVA , ESTABILIZADOS Y CAPRO

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Grava Base 1	Alternativa Base	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
	GR01*	NP01 Reperfilado 2000 y Recebo a 25	Reperfilado cada 2000 pasadas veh. Recebo e<25 mm Conservación Rutinaria No Pavimentado
	GR02*	NP02 Reperfilado 4000 y Recebo a 25	Reperfilado cada 4000 pasadas veh. Recebo e<25 mm Conservación Rutinaria No Pavimentado
	GR03*	NP03 Reperfilado 6000 y Recebo a 25	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. Recebo e<25 mm Conservación Rutinaria No Pavimentado
	GR04*	NP04 Reperfilado 8000 y Recebo a 25	Reperfilado cada 8000 pasadas veh. Recebo e<25 mm Conservación Rutinaria No Pavimentado
Política Grava Base 2	GR05	NP05 Reperfilado 2000 y Recebo 50	Reperfilado cada 2000 pasadas veh. Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm
	GR06	NP06 Reperfilado 4000 y Recebo 50	Reperfilado cada 4000 pasadas veh. Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm
	GR07	NP07 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm
	GR08	NP08 Reperfilado 8000 y Recebo 50	Reperfilado cada 8000 pasadas veh. Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm

CUADRO N° 8.3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE GRAVA , ESTABILIZADOS Y CAPRO

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Grava Mejoramiento	GR09	NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP12 Cambio de Estandar: Grava --> CAPRO si TMDA>200 NPCP Sello Granular CAPRO	Cambio de Estandar a CAPRO Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años
	GR10	NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP12 Cambio de Estandar: Grava --> CAPRO si TMDA>200 NPCPa3 Sello Granular CAPRO	Cambio de Estandar a CAPRO Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años TMDA<300
		NP14 Cambio de Estandar: CAPRO --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estandar DTS	Cambio de Estandar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas Recapado 8 cm a IRI>8 m/km
	GR11	NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP13 Cambio de Estandar: Grava --> ESTAB si TMDA>200 NP09 Política Estabilizado	Cambio de Estandar a Estabilizado Reperfilado cada 3 años Recebo cada 3 años Conservación Rutinaria No Pavimentado
	GR12	NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP13 Cambio de Estandar: Grava --> ESTAB si TMDA>200 NP09a3 Política Estabilizado	Cambio de Estandar a Estabilizado Reperfilado cada 3 años TMDA<300 Recebo cada 3 años TMDA<300 Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP15 Cambio de Estandar: ESTAB --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estandar DTS	Cambio de Estandar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas Recapado 8 cm a IRI>8 m/km
Política Estabilizados	Alternativa Base	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
	EST1	NP09 Política Estabilizado	Reperfilado cada 3 años Recebo cada 3 años Conservación Rutinaria No Pavimentado
	EST2	NP09a3 Política Estabilizado	Reperfilado cada 3 años TMDA<300 Recebo cada 3 años TMDA<300 Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP15 Cambio de Estandar: ESTAB --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estandar DTS	Cambio de Estandar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas Recapado 8 cm a IRI>8 m/km

CUADRO N° 8.3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE GRAVA , ESTABILIZADOS Y CAPRO

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Capa Protección	Alternativa Base	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado*	Conservación Rutinaria CAPRO
	CP1	NPCP Sello Granular CAPRO	Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años
	CP2	NPCPa3 Sello Granular CAPRO	Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años TMDA<300
		NP14 Cambio de Estandar: CAPRO --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estandar DTS	Cambio de Estandar a DTS si TMDA>300
			Conservación Rutinaria Asfalto
			Sello de granular al 25% de grietas
			Recapado 8 cm a IRI>8 m/km

* Sólo en Rutas Comunes

Fuente: Unidad de Gestión Vial y Consultor

Tasa Máxima de Bacheo: Política Base y Otras 3 m2/km/año Zona Norte
 5 m2/km/año Zona Centro
 7 m2/km/año Zona Sur y Austral

Los repavimentados tienen una frecuencia máxima de 2 veces al mes, y una frecuencia mínima de una vez al año.

Aplicable a Links con Tránsitos bajos, que en el futuro pueden ser pavimentados.

Es un doble tratamiento superficial de 25 mm sobre base granular de 200 mm.

Los links que se pavimentan, tienen la siguiente política de mantención: sello al 15%/km de grietas y un repavimentado de 8 cm a los 4,0 IRI

CUADRO N° 8.4: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE TIERRA

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Tierra	Alternativa Base	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
	T01*	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP03 Repavimentado 6000 y Recebo a 25	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. Recebo e<25 mm
	T02*	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP04 Repavimentado 8000 y Recebo 25	Reperfilado cada 8000 pasadas veh. Recebo e<25 mm
	T03	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP07 Repavimentado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm
	T04	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP08 Repavimentado 8000 y Recebo 50	Reperfilado cada 8000 pasadas veh. Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm

CUADRO N° 8.4: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE TIERRA

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Tierra – CAPRO	T05*	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP03a2 Reperfilado 6000 y Recebo a 25	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Recebo e<25 mm
		NP12 Cambio de Estándar: Grava --> CAPRO si TMDA>200 NPCP Sello Granular CAPRO	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a CAPRO Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años
	T06*	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP03a2 Reperfilado 6000 y Recebo a 25	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Recebo e<25 mm
		NP12 Cambio de Estándar: Grava --> CAPRO si TMDA>200 NPCPa3 Sello Granular CAPRO	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a CAPRO Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años TMDA<300
		NP14 Cambio de Estándar: CAPRO --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estándar DTS	Cambio de Estándar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas Recapado 8 cm a IRI>8 m/km
	T07	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP12 Cambio de Estándar: Grava --> CAPRO si TMDA>200 NPCP Sello Granular CAPRO	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a CAPRO Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años
	T08	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100	Cambio de Estándar Tierra -> Granular si TMDA>100
		NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP12 Cambio de Estándar: Grava --> CAPRO si TMDA>200 NPCPa3 Sello Granular CAPRO	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a CAPRO Conservación Rutinaria CAPRO Sello Granular cada 4 años TMDA<300
		NP14 Cambio de Estándar: CAPRO --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estándar DTS	Cambio de Estándar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas Recapado 8 cm a IRI>8 m/km

CUADRO N° 8.4: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE TIERRA

Política	Código	Asignaciones	Descripción
Política Tierra – ESTAB	T09*	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100 NP03a2 Reperfilado 6000 y Recebo a 25	Cambio de Estándar Tierra-> Granular si TMDA>100 Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Recebo e<25 mm
		NP13 Cambio de Estándar: Grava --> ESTAB si TMDA>200 NP09 Política Estabilizado	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a ESTABILIZADO Reperfilado cada 3 años Recebo cada 3 años
	T10*	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100 NP03a2 Reperfilado 6000 y Recebo a 25	Cambio de Estándar Tierra-> Granular si TMDA>100 Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Recebo e<25 mm
		NP13 Cambio de Estándar: Grava --> ESTAB si TMDA>200 NP09a3 Política Estabilizado	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a ESTABILIZADO Reperfilado cada 3 años TMDA<300 Recebo cada 3 años TMDA<300
		NP15 Cambio de Estándar: ESTAB --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estándar DTS	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas
		NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Recapado 8 cm a IRI>8 m/km Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100 NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Cambio de Estándar Tierra-> Granular si TMDA>100 Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP13 Cambio de Estándar: Grava --> ESTAB si TMDA>200 NP09 Política Estabilizado	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a ESTABILIZADO Reperfilado cada 3 años Recebo cada 3 años
	T11	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100 NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Cambio de Estándar Tierra-> Granular si TMDA>100 Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP13 Cambio de Estándar: Grava --> ESTAB si TMDA>200 NP09 Política Estabilizado	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a ESTABILIZADO Reperfilado cada 3 años Recebo cada 3 años
		NP15 Cambio de Estándar: ESTAB --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estándar DTS	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas
	T12	NP00 Conservación Rutinaria No Pavimentado	Recapado 8 cm a IRI>8 m/km Conservación Rutinaria No Pavimentado
		NP11 Cambio de Estándar: Tierra --> Grava si TMDA>100 NP07a2 Reperfilado 6000 y Recebo 50	Cambio de Estándar Tierra-> Granular si TMDA>100 Reperfilado cada 6000 pasadas veh. TMDA<200 Conservación Rutinaria No Pavimentado Recebo e < 50 mm TMDA<200
		NP13 Cambio de Estándar: Grava --> ESTAB si TMDA>200 NP09a3 Política Estabilizado	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a ESTABILIZADO Reperfilado cada 3 años TMDA<300 Recebo cada 3 años TMDA<300
		NP15 Cambio de Estándar: ESTAB --> DTS si TMDA>300 NP10 Mantenimiento Cambio Estándar DTS	Conservación Rutinaria No Pavimentado Cambio de Estándar a DTS si TMDA>300 Conservación Rutinaria Asfalto Sello de granular al 25% de grietas

En la etapa de modelación del comportamiento de caminos, se comparará la política "base" con cada una de las políticas de conservación definidas, con el fin de obtener los cambios en los beneficios sociales debido a las variaciones de la inversión en mantenimiento, costos de los usuarios y horizonte de evaluación considerados. Posterior a esta modelación, se definirá en conjunto con la Inspección Fiscal, cambios en las políticas a aplicar y diferenciación por tipo de camino y nivel de tránsito y de acuerdo a distintos niveles presupuestarios.

8.2 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

Para el caso de la red nacional, la modelación con HDM4 se realizó en forma separada para cada región, ya que la suma total de tramos nacionales a modelar imposibilitaba al programa para realizar la evaluación. En el caso de la red piloto de la IV región, se modelaron las 95 estructuras en una sola corrida. En el CD correspondiente al Anexo N° 8.1 se entregan los archivos de la modelación, denominados OBJECT, para cada una de las regiones del país y para la red Piloto de la IV región.

Los resultados que se presentan para la red nacional, corresponden a las políticas óptimas desde el punto de vista social (que maximizan el VAN) para cada tramo modelado perteneciente a cada una de las regiones del país. En el Anexo N° 8.2 se presentan las alternativas óptimas, junto con el programa de trabajos a realizar durante el periodo de evaluación (20 años) para cada uno de los tramos evaluados.

Los resultados obtenidos de los tramos evaluados pertenecientes a la red piloto de la IV región se presentan en el Anexo N° 8.3, donde se incluyen las alternativas óptimas que maximizan el VAN para cada tramo evaluado y el plan de trabajos a realizar propuesto para todo el periodo de evaluación. En este anexo además se entregan un programa de conservación preliminar de los caminos pertenecientes a esta red en base a los resultados obtenidos, en lo que ha conservación de la calzada se refiere.

8.2.1 Análisis de Resultados Para la Red Nacional

8.2.1.1 Cálculo de Factores de Ajuste

Para analizar adecuadamente los resultados de la modelación de la red nacional, es preciso en primer término corregir la información generada en función del cobertura que ésta presenta. En efecto, tal como se planteaba en el Capítulo 4 —específicamente en la sección

4.1.2 para el caso de los caminos pavimentados y 4.1.3 para los caminos no pavimentados–, la estratificación modelada si bien permitió representar un alto porcentaje de la red vial nacional, no la cubre en su totalidad, por lo que es necesario incorporar factores de ajuste que permitan expandir los resultados del modelo al total nacional.

Dichos factores se obtienen en forma directa de la relación entre el total de km de la red y el total de km modelados. En los que a ello respecta, y dado que por región y tipo de caminos –pavimentados y no pavimentados– la tramificación no presenta la misma cobertura, los factores de ajuste necesariamente son distintos en cada caso. En el cuadro siguiente se presentan los factores de expansión de los resultados por región y tipo de calzadas; de donde se desprende la necesidad de expandir en promedio con un factor de 1.06 y de 1.02 los resultados de la modelación de caminos pavimentados y no pavimentados, respectivamente.

CUADRO N° 8.5: FACTORES DE EXPANSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

Región	Calzadas Pavimentadas			Calzadas No Pavimentadas		
	Total de Km de la Red	Km Modelados	Factor de Expansión	Total de Km de la Red	Km Modelados	Factor de Expansión
1	1.470	1.433	1,03	3.213	3.169	1,01
2	1.723	1.676	1,03	4.034	3.968	1,02
3	1.012	944	1,07	5.994	5.964	1,01
4	923	859	1,07	3.802	3.655	1,04
5	998	901	1,11	2.078	1.973	1,05
6	1.040	960	1,08	3.007	2.911	1,03
7	1.210	1.136	1,07	5.956	5.847	1,02
8	1.677	1.559	1,08	9.757	9.601	1,02
9	1.241	1.189	1,04	10.978	10.942	1,00
10	1.744	1.655	1,05	8.658	8.631	1,00
11	277	260	1,07	2.455	2.318	1,06
12	474	452	1,05	2.785	2.661	1,05
13	970	867	1,12	1.237	1.111	1,11
Total	14.759	13.891	1,06	63.954	62.750	1,02

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la tramificación (Capítulo 4)

Con dichos factores regionales de tipo calzadas, se corrigieron los resultados de la modelación, obteniéndose así resultados representativos del total de km de calzadas no concesionadas de la red vial del país.

8.2.1.2 Resultados Para Caminos Pavimentados

Para el caso de los caminos pavimentados, se presenta en primer término la variación de los km de calzada a lo largo del horizonte de modelación. Tal como se observa en el cuadro siguiente, al cabo de los 20 años se incrementa en 5.263 km las calzadas pavimentadas –

con una tasa media de incremento anual de 263 km-, explicado por la pavimentación de 5.014 km y la ampliación de calzadas de otros 249 km.

CUADRO N° 8.6: KM DE CALZADAS PAVIMENTADAS EN LOS 20 AÑOS DE MODELACIÓN

Región	Kms Año 2003	Kms Año 2008	Kms Año 2013	Kms Año 2018	Kms Año 2023	Variación 2023-2003	% Incremento	Promedio de Incremento Anual
1	1.470	1.470	1.470	1.470	1.470	0	0%	0
2	1.723	1.743	1.743	1.743	1.743	20	1%	1
3	1.012	1.139	1.236	1.609	1.716	704	70%	35
4	923	923	946	946	958	35	4%	2
5	998	1.235	1.263	1.263	1.263	265	27%	13
6	1.040	1.040	1.324	1.324	1.324	283	27%	14
7	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	0	0%	0
8	1.677	2.614	2.614	2.614	2.614	937	56%	47
9	1.241	2.047	2.047	2.047	2.047	806	65%	40
10	1.744	3.071	3.669	3.669	3.669	1.925	110%	96
11	277	405	405	405	405	128	46%	6
12	474	474	488	488	488	14	3%	1
13	970	1.115	1.115	1.115	1.115	145	15%	7
Total	14.759	18.486	19.530	19.904	20.022	5.263	36%	263

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

Al cabo de los 20 años las calzadas pavimentadas se incrementan en un 36% con respecto al año 2003, sin embargo con una fuerte diferencia a nivel de regiones. Es así como en las regiones III, IX y X, el incremento es superior al 65%, destacándose entre ellas la X Región, por más que duplicar los km de calzadas pavimentadas en los 20 años de análisis. En contraposición, en 5 regiones (I, II, IV, VII y XII) la variación fue inferior al 5%.

También es destacable el hecho que en los primeros años de la serie se producen las mayores variaciones, es así como en los primeros 5 años, los km de calzada se incrementan en 3.727 km explicando así el 71% de la variación total de los 20 años. Ello es debido a que el modelo interviene en los primeros años el déficit de pavimentación y de dobles calzadas que en la actualidad existe, en contraposición en los últimos años de la serie se reducen las inversiones mayores, ya que queda una menor cantidad de tiempo para percibir los beneficios, y por tanto dichas inversiones no generan el retorno necesario. Por tal razón, y del punto de vista estratégico, es de mayor interés analizar los resultados medios de los 20 años de la serie, y no de algunos cortes en particular.

Para distintas actividades de conservación de los caminos pavimentados, a continuación se presentan los montos de inversión resultantes de la modelación de las políticas óptimas sin restricción presupuestaria. De ello se desprende un monto global de inversión que alcanza los 3.353 millones de US\$ en los 20 años de la serie, con una cifra media anual de MM

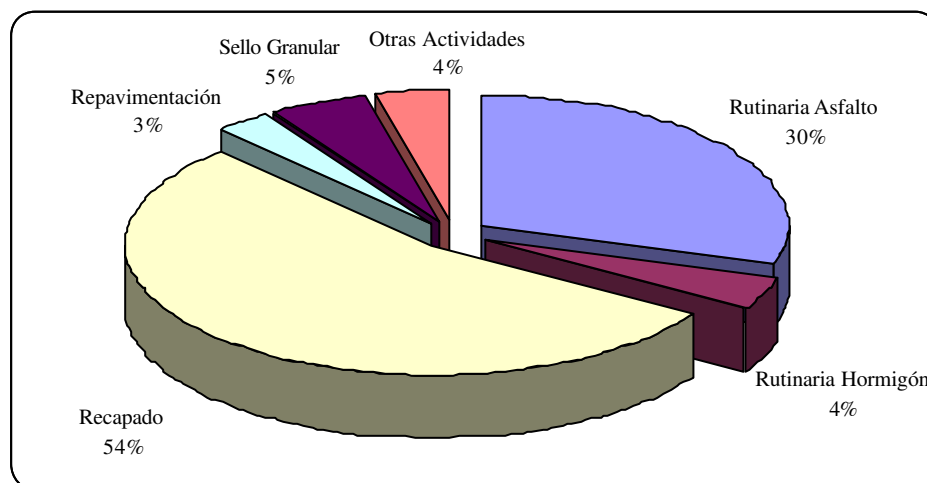
US\$ 167,7. (en el Anexo N° 8.4 se presentan los resultados de inversiones por actividad y región).

CUADRO N° 8.7: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD – CAM. PAVIMENTADOS (MM US\$/AÑO)

Tipo de Conservación	Actividad	Promedio 2004-2008	Promedio 2009-2013	Promedio 2014-2018	Promedio 2019-2023	Promedio Anual	% del Promedio Anual
Rutinaria	Rutinaria Asfalto	47,4	49,4	51,0	51,6	49,8	30%
	Rutinaria Hormigón	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	4%
	Subtotal	54,6	56,6	58,2	58,8	57,1	34%
Periódica	Recapado	58,0	117,4	86,7	98,9	90,2	54%
	Sello Granular	8,6	6,6	5,9	14,4	8,9	5%
	Sello Asfáltico Juntas	1,6	2,5	1,6	2,5	2,1	1%
	Slurry	2,4	1,6	0,2	1,2	1,4	1%
	Sello Elast Juntas	0,4	0,4	0,4	0,9	0,6	0%
	Reemplazo 50% de Losas	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0%
	Bacheo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%
	Reemplazo 20% de Losas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%
	Cepillado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%
	Reemplazo de Drenes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%
	Subtotal	71,0	128,6	95,2	118,2	103,2	62%
Mayor	Repavimentación	1,8	18,8	0,0	0,0	5,2	3%
	Reconst. Carpeta Asfáltica	1,1	3,4	1,6	0,0	1,5	1%
	Reconst. Trat. Superficial	0,7	2,0	0,0	0,0	0,7	0%
	Subtotal	3,6	24,2	1,6	0,0	7,4	4%
Total		129,3	209,4	155,0	177,0	167,7	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

GRÁFICO N° 8.1: DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD DE MONTOS DE INVERSIÓN DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS PAVIMENTADOS



La mantención rutinaria de los caminos explican el 34% de las inversiones (ver Gráfico N° 8.1), y específicamente la conservación rutinaria de los caminos de asfalto, que concentra el 30% del total. La conservación periódica es la que concentra la mayor inversión, toda vez que representa el 62% del monto global, siendo el Recapado la actividad de mayor

importancia, explicando el 87% del monto de conservación periódica. Las actividades de conservación mayor concentran sólo 4% del monto global de inversión en mantención de caminos pavimentados, siendo la de mayor importancia la repavimentación..

A continuación se presentan los resultados de montos medios anuales de conservación por regiones del país.

CUADRO N° 8.8: MONTO MEDIO DE CONSERVACIÓN ANUAL POR REGIÓN Y GASTO MEDIO ANUAL DE LARGO PLAZO – CAMINOS PAVIMENTADOS

Región y Zona	Monto por Tipo de Conservación (MM US\$/Año)				% del Total	Km Medio	Gasto Medio Anual de Largo Plazo por Tipo de Conservación (US\$/Km)			
	Rutinaria	Periódico	Mayor	Total			Rutinario	Periódico	Mayor	Total
1	3,1	2,2	0,2	5,5	3%	1.470	2.115	1.493	119	3.726
2	3,7	2,7	0,1	6,5	4%	1.743	2.115	1.552	51	3.717
3	2,9	1,9	0,0	4,7	3%	1.350	2.115	1.385	0	3.499
4	2,1	1,3	0,0	3,3	2%	942	2.199	1.330	0	3.529
Norte	11,7	8,0	0,3	20,0	12%	5.505	2.129	1.457	48	3.634
5	3,7	7,8	0,8	12,3	7%	1.250	2.932	6.267	641	9.839
6	3,5	7,0	1,2	11,6	7%	1.210	2.852	5.761	990	9.604
7	3,5	4,1	2,0	9,5	6%	1.210	2.879	3.366	1.616	7.861
13	3,3	8,1	0,8	12,2	7%	1.115	2.944	7.251	715	10.909
Centro	13,9	27,0	4,8	45,6	27%	4.786	2.901	5.635	993	9.529
8	9,1	25,9	0,5	35,6	21%	2.614	3.485	9.916	205	13.607
9	7,1	16,6	0,9	24,6	15%	2.047	3.485	8.108	441	12.035
10	12,1	22,7	0,6	35,4	21%	3.482	3.485	6.514	168	10.167
Sur	28,4	65,2	2,0	95,6	57%	8.143	3.485	8.007	249	11.741
11	1,4	2,5	0,3	4,3	3%	405	3.482	6.249	820	10.551
12	1,7	0,5		2,2	1%	482	3.477	1.069	0	4.546
Austral	3,1	3,0	0,3	6,5	4%	887	3.480	3.435	375	7.289
Total	57,1	103,2	7,4	167,7	100%	19.320	2.954	5.343	382	8.679

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

GRÁFICO N° 8.2: INVERSIONES DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN – PAVIMENTADOS (MMUS\$/AÑO)

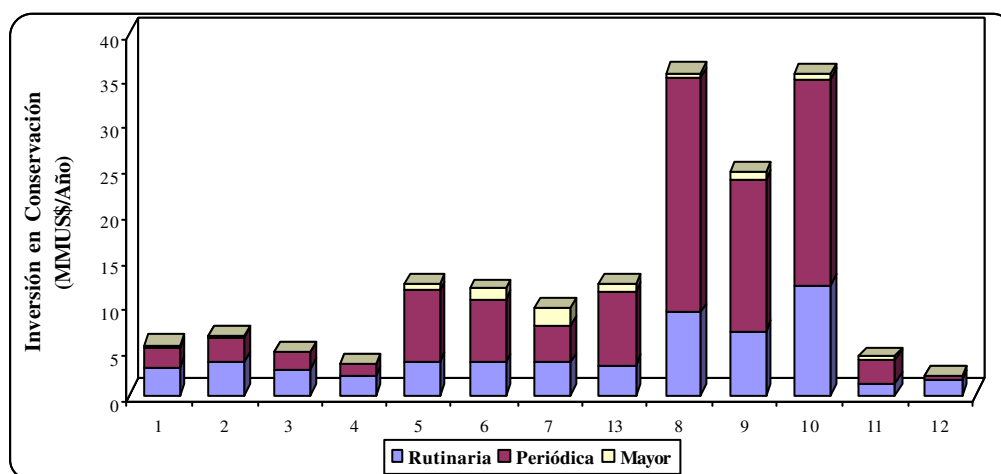
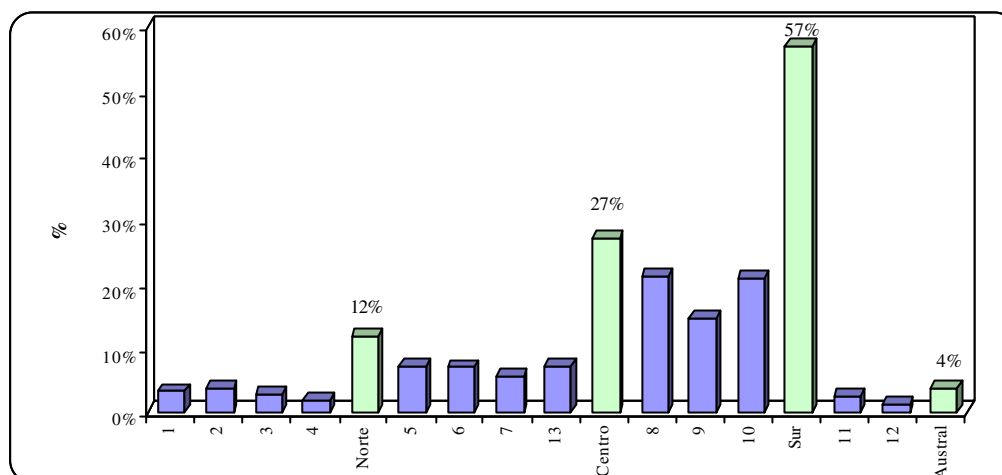


GRÁFICO N° 8.3: DISTRIBUCIÓN DE LAS INVERSIONES POR REGIÓN – CAMINOS PAVIMENTADOS



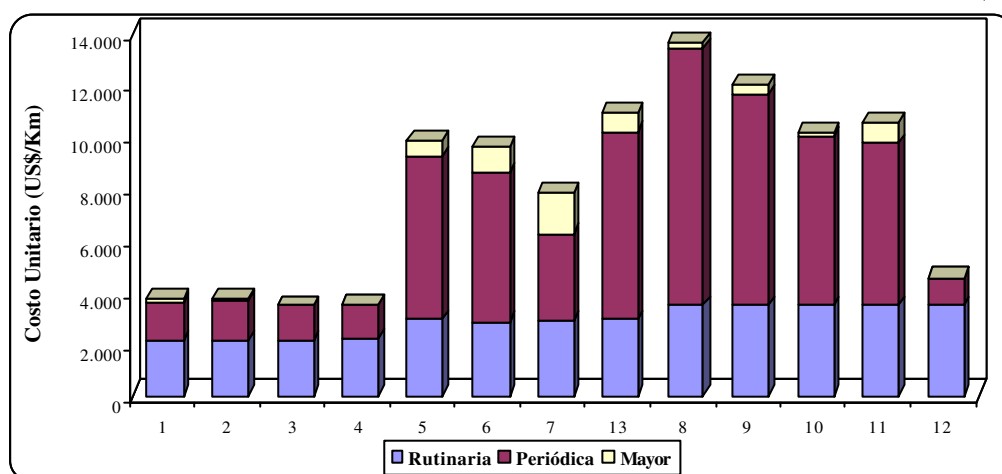
Del cuadro y gráficos anteriores, se destaca la fuerte participación sobre el total de las 3 regiones que conforman la zona sur, ya que éstas explican el 57% de la cifra media anual, para un kilometraje que concentra el 42% del total. Ello en gran medida es producto del mayor nivel de inversión en conservación periódica, ya que en dicho ítem concentran el 63% del total país. Por otro lado, el mayor monto de inversión resultante para la zona sur, también se explica por el mayor costo unitario por Km contemplado en conservación rutinaria, ya que éste supera en un 20% al incorporado en los caminos de la zona centro y supera en un 64% al contemplado para la zona norte.

En el Gráfico N° 8.4 siguiente, se ilustran los costos medios de inversión por km reportados en el Cuadro N° 8.8. En lo que a ello respecta, en primer término es preciso observar que las cifras medias de tipo de inversión por Km, fueron generadas a partir del kilometraje total de cada región y no de los km realmente intervenidos en cada una de ellas. Dado lo anterior, sólo los valores asociados a la mantención rutinaria, corresponden estrictamente a valores medios por km, toda vez que dicho tipo de inversión se lleva a cabo anualmente en cada uno de los km de la red. En lo que respecta a la mantención periódica y mayor, los valores medios que se muestran en el Cuadro N° 8.8 se encuentran subestimados, toda vez que la inversión se realiza en una fracción de la red, mientras que el indicador fue generado a partir del total de km de ésta. Ello explica por ejemplo, que en el global el costo unitario de la conservación periódica sea superior al costo unitario de la conservación mayor, o que en algunas regiones el costo unitario de mantención rutinaria sea superior al de conservación periódica.

No obstante la aclaración anterior, de igual forma el gráfico siguiente permite explicar las fuertes diferencias de inversión a nivel regional y zonas del país. Es así por ejemplo, que en

las regiones de la zona norte, la inversión en conservación principalmente se asocia a acciones rutinarias, mientras que en segundo término se encuentran las mantenciones periódicas. En las regiones de la zona central y sur, se incrementan los costos unitarios de conservación periódica, no obstante en las regiones VIII a X dicho incremento es más significativo, explicando así las fuertes inversiones en mantención en dichas regiones. Por último en la zona austral, comparativamente la regiones XI y XII presentan fuertes diferencias, ya que en la primera de ellas se destaca un fuerte costo unitario de conservación periódica mostrando en la gráfica valores muy semejantes a los de la zona sur; mientras que en la XII Región, las acciones de conservación rutinaria son las predominantes por el mayor costo por unidad de km que presenta.

GRÁFICO N° 8.4: COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN – PAVIMENTADOS (US\$/KM)



8.2.1.3 Resultados Para Caminos No Pavimentados

Para los caminos no pavimentados, se presenta a continuación la variación de km de red en el horizonte de modelación. Se observa una disminución de la red vial de 5.014 km a lo largo de los 20 años de modelación, lo cual es producto de la pavimentación de dichos kilómetros a una tasa media de 251 km/año. Dado que en los 20 años no se incorporaron nuevos caminos en la red vial nacional, la pavimentación de una fracción de los actuales, genera la disminución del 8% de la red no pavimentada. El mayor impacto de pavimentación se produce en X Región, ya que el modelo contempló la pavimentación de 1.832 kms de caminos, reduciéndose así la red no pavimentada en más de un 20%.

Tal como se indicara para el caso de los caminos pavimentados, los mayores cambios de estándar se producen en los primeros años de la serie, debido a la existencia de un eventual déficit en tal sentido, como también debido a que en los últimos años no se alcanzan a

recuperar la inversión a través de los beneficios que genera. Por lo anterior, y dado que los resultados por corte temporal presentan algún grado de distorsión, de un punto de vista estratégico es de mayor interés analizar los resultados medios de los 20 años de la serie.

CUADRO N° 8.9: KM DE CAMINOS NO PAVIMENTADAS EN LOS 20 AÑOS DE MODELACIÓN

Región	Kms Año 2003	Kms Año 2008	Kms Año 2013	Kms Año 2018	Kms Año 2023	Variación 2023-2003	% Incremento	Promedio de Incremento Anual
1	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	0	0%	0
2	4.034	4.014	4.014	4.014	4.014	-20	0%	-1
3	5.994	5.875	5.784	5.434	5.334	-660	-11%	-33
4	3.802	3.802	3.779	3.779	3.768	-34	-1%	-2
5	2.078	1.853	1.826	1.826	1.826	-252	-12%	-13
6	3.007	3.007	2.737	2.737	2.737	-270	-9%	-14
7	5.956	5.956	5.956	5.956	5.956	0	0%	0
8	9.757	8.872	8.872	8.872	8.872	-885	-9%	-44
9	10.978	10.203	10.203	10.203	10.203	-775	-7%	-39
10	8.658	7.396	6.826	6.826	6.826	-1.832	-21%	-92
11	2.455	2.328	2.328	2.328	2.328	-127	-5%	-6
12	2.785	2.785	2.772	2.772	2.772	-14	0%	-1
13	1.237	1.092	1.092	1.092	1.092	-145	-12%	-7
Total	63.954	60.396	59.402	59.051	58.940	-5.014	-8%	-251

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos no pavimentados.

Tal como se muestra a continuación, de las corridas de políticas óptimas sin restricción presupuestaria para los caminos pavimentados, se obtuvo un monto de inversión en conservación que alcanza los 3.939 millones de US\$, es decir un 17% más que lo estimado para los caminos pavimentados, pero para un total de kilómetros tres veces mayor. La cifra media anual alcanza los MM US\$ 196,9, sin observarse grandes variaciones por corte temporal.

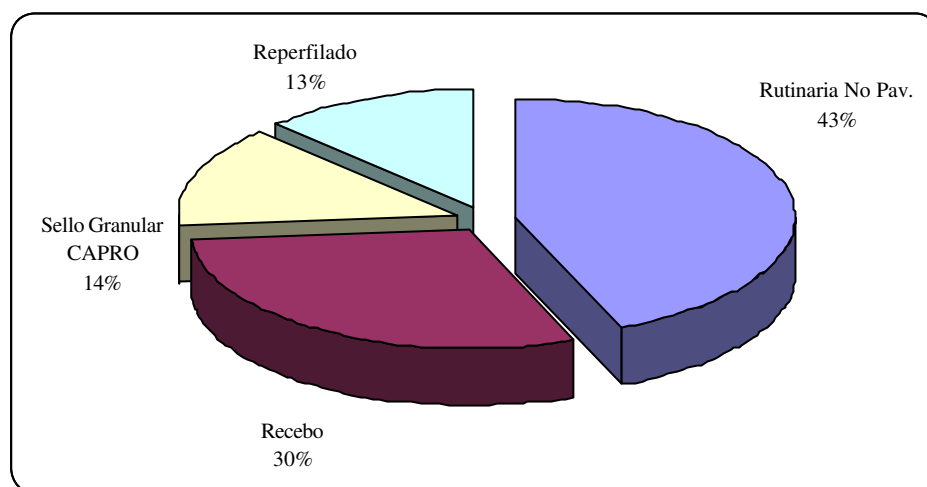
La conservación rutinaria de los caminos explican el 56% de las inversiones (ver Gráfico N° 8.5), destacándose la actividad de mantención rutinaria propiamente tal, que representa el 44% del total. En lo que respecta a la conservación periódica, la actividad más importante es el Recebo, la cual concentra el 30% del promedio anual de mantenimiento.

CUADRO N° 8.10: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS (CIFRAS EN MM US\$/AÑO)

Tipo de Conservación	Actividad	Promedio 2004-2008	Promedio 2009-2013	Promedio 2014-2018	Promedio 2019-2023	Promedio Anual	% Promedio Anual
Rutinaria	Rutinaria No Pavimentado	87,6	86,6	86,0	85,8	86,5	44%
	Reperfilado	19,8	21,7	25,9	31,2	24,7	13%
	Subtotal	107,5	108,4	111,8	117,0	111,2	56%
Periódica	Recebo	75,6	55,2	34,4	68,2	58,3	30%
	Sello Granular CAPRO	14,2	29,9	33,9	31,8	27,4	14%
	Subtotal	89,7	85,1	68,2	100,0	85,8	44%
Total		197,2	193,4	180,1	217,0	196,9	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos no pavimentados.

GRÁFICO N° 8.5: DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD DE MONTOS DE INVERSIÓN DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS



A continuación se presentan los resultados de montos medios anuales de conservación por regiones del país. Los resultados del cuadro siguiente, se muestran esquemáticamente en el Gráfico N° 8.6, con el monto total de inversiones por región, y en el Gráfico N° 8.7, donde se aprecia la distribución de las inversiones a nivel porcentual.

CUADRO N° 8.11: MONTO MEDIO DE CONSERVACIÓN ANUAL POR REGIÓN Y GASTO MEDIO ANUAL DE LARGO PLAZO – CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Región y Zona	Monto por Tipo de Conservación (MM US\$/Año)			% del Total	Gasto Medio Anual de Largo Plazo por Tipo de Conservación (US\$/Km)		
	Rutinaria	Periódica	Total		Rutinaria	Periódica	Total
1	2,4	0,8	3,1	2%	734	238	972
2	3,2	2,9	6,1	3%	799	718	1.518
3	4,3	12,3	16,6	8%	758	2.173	2.931
4	4,3	6,6	10,9	6%	1.138	1.734	2.872
Norte	14,2	22,5	36,7	19%	849	1.351	2.200
5	2,2	4,2	6,4	3%	1.198	2.284	3.482
6	3,9	4,8	8,7	4%	1.362	1.690	3.052
7	7,5	12,3	19,8	10%	1.251	2.066	3.317
13	1,3	3,3	4,6	2%	1.196	3.009	4.205
Centro	14,8	24,6	39,4	20%	1.265	2.097	3.361
8	21,8	7,3	29,1	15%	2.457	820	3.277
9	25,4	12,8	38,2	19%	2.485	1.256	3.741
10	21,1	11,6	32,7	17%	3.013	1.660	4.673
Sur	68,3	31,7	100,0	51%	2.617	1.216	3.834
11	6,7	3,2	9,8	5%	2.862	1.357	4.218
12	7,2	3,7	11,0	6%	2.609	1.346	3.955
Austral	13,9	6,9	20,8	11%	2.724	1.351	4.075
Total	111,2	85,8	196,9	100%	1.865	1.439	3.304

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

**GRÁFICO N° 8.6: INVERSIÓN DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN
 CAMINOS NO PAVIMENTADOS (MMUS\$/AÑO)**

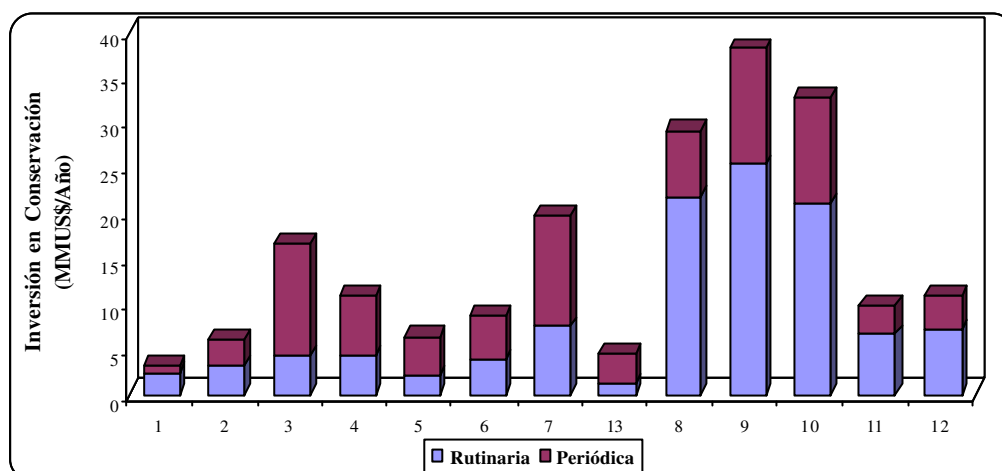
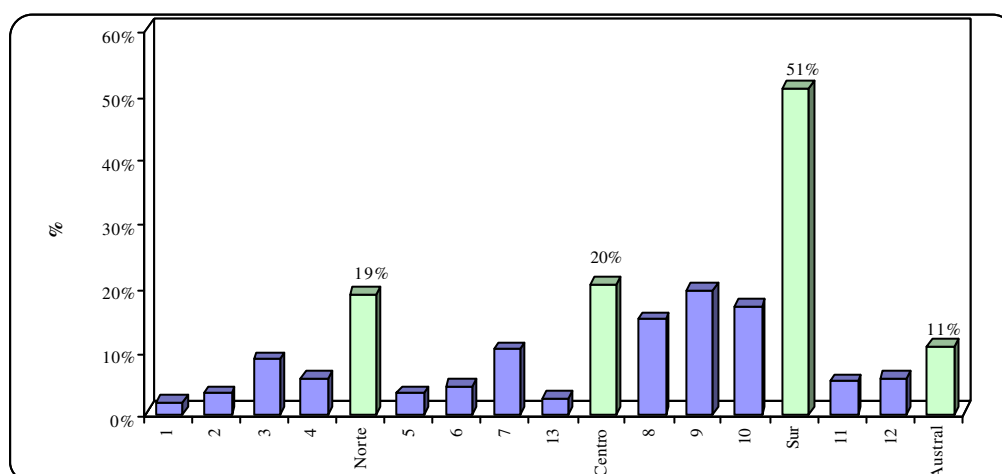


GRÁFICO N° 8.7: DISTRIBUCIÓN DE INVERSIONES POR REGIÓN – CAMINOS NO PAVIMENTADOS

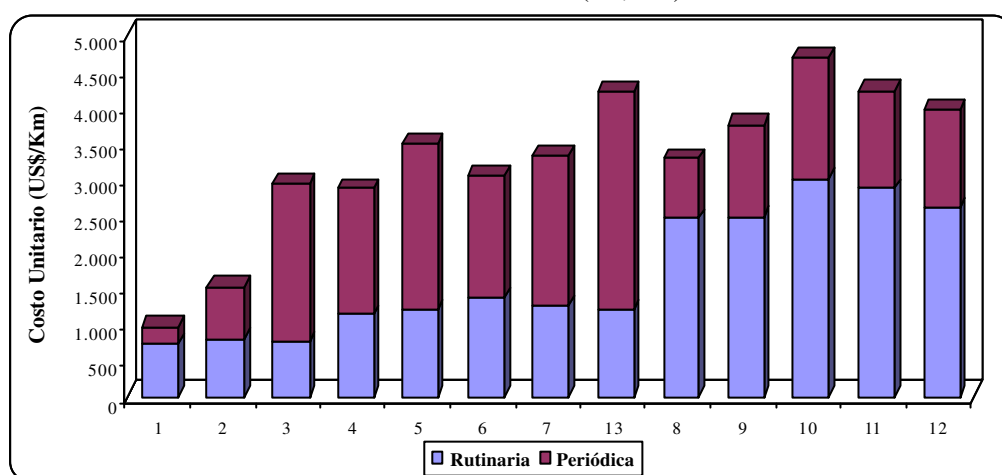


Al igual que lo observado para caminos pavimentados, las inversiones en conservación se concentran en las regiones de la zona sur del país, con un 51% del total para un km que representa el 44% de la red no pavimentada. Ello en gran medida es producto del mayor costo unitario de la conservación rutinaria, que duplica al contemplado en las regiones de la zona central y triplica al costo unitario por km considerado en la zona norte.

A continuación en el Gráfico N° 8.8, se esquematizan los “costos unitarios por km” de conservación rutinaria y periódica presentados en el Cuadro N° 8.11. En lo que a ello respecta, cabe la misma observación realizada para el caso de los caminos pavimentados, en el sentido de que dichos indicadores fueron calculados considerando el total de kms de la red regional, y no considerando sólo los kms realmente intervenidos. Ello sesga por tanto

los indicadores de conservación periódica, subestimándose los valores unitarios reales –no ocurre lo mismo para el caso de la conservación rutinaria, ya que ésta se desarrolla anualmente en el total de kms de la red–. No obstante lo anterior, los indicadores son de gran utilidad para el análisis, ya que con ellos es posible apreciar el efecto de los 2 tipos de conservación en la inversión total regional.

**GRÁFICO N° 8.8: COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN
NO PAVIMENTADOS (US\$/KM)**



8.2.1.4 Comparación con Montos Actuales de Inversión en Conservación

En el capítulo 6 del presente documento, y en particular en el acápite 6.2 se presentan las cifras actuales de inversión en conservación de caminos, mostrándose específicamente los montos medios por región para los últimos 4 años. Si bien de la información histórica analizada, no fue posible desagregar las cifras según tipo de camino (pavimentados y no pavimentados), las cifras globales por región son de gran utilidad como base comparativa de los resultados de la modelación.

En el Cuadro N° 8.12 se presentan en forma comparativa las montos anuales regionales de inversión actual en conservación y los resultantes de la modelación con HDM 4 sin restricción presupuestaria, obteniéndose en el global una mayor estimación como parte del modelación, la cual supera en un 80% a la media anual histórica.

A nivel regional, el porcentaje de variación presenta fuertes variaciones, es así como para el caso de la Primera Región del país, el porcentaje resultó negativo, producto que el modelo estimó una inversión menor a la que actualmente se asigna. En ella se obtuvo de la modelación una necesidad de inversión de 8.6 MMUS\$/año, mientras que en la actualidad

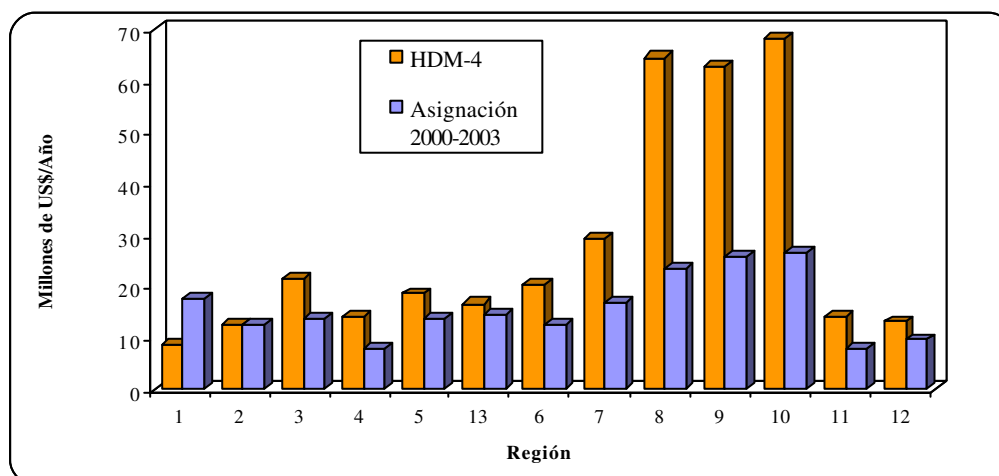
dicha cifra es de 17.6 MMUS\$/año, generándose así una variación de –51%. En contraposición, el modelo generó para las regiones VIII, IX y X una inversión anual que supera en un 157% a la actualmente asignada, generándose en ellas las mayores brechas con respecto al presupuesto regional actual.

CUADRO N° 8.12: COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON MONTOS ACTUALES DE CONSERVACIÓN

Región	Promedio 2000-2003 (MM US\$/Año)	Resultados HDM 4 (MM US\$/Año)			% de Variación
		Caminos Pavimentado	Caminos No Pavimentado	Total	
1	17,6	5,5	3,1	8,6	-51%
2	12,3	6,5	6,1	12,6	2%
3	13,9	4,7	16,6	21,4	54%
4	8,0	3,3	10,9	14,2	78%
5	13,8	12,3	6,4	18,7	35%
6	12,3	11,6	8,7	20,3	65%
7	16,9	9,5	19,8	29,3	73%
8	23,5	35,6	29,1	64,6	175%
9	25,8	24,6	38,2	62,8	143%
10	26,7	35,4	32,7	68,1	156%
11	7,9	4,3	9,8	14,1	79%
12	9,7	2,2	11,0	13,2	35%
13	14,5	12,2	4,6	16,8	16%
Total	202,9	167,7	196,9	364,6	80%

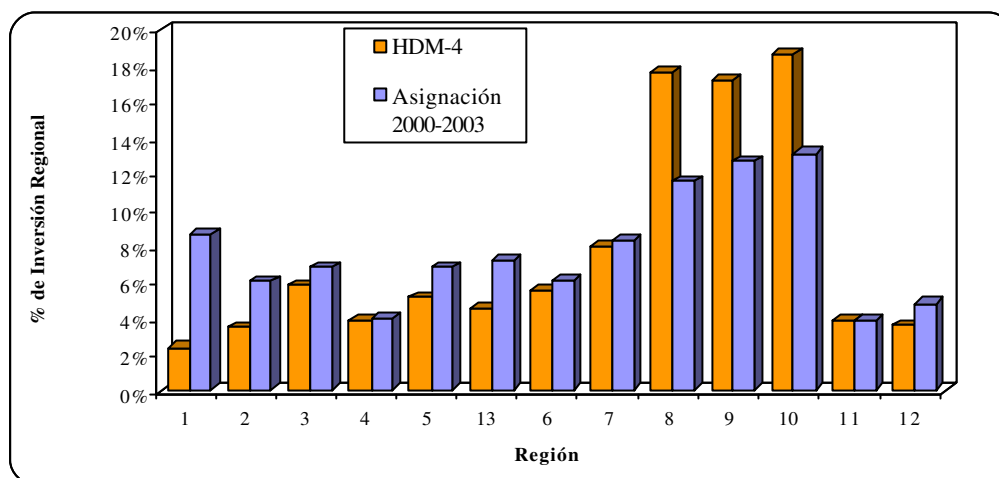
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación y de asignación presupuestaria por región.

GRÁFICO N° 8.9: MONTOS ACTUALES DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN Y MONTOS RESULTANTES DE LA MODELACIÓN



En el gráfico siguiente se puede apreciar comparativamente, la distribución regional actual de las inversiones con las obtenidas de la modelación sin restricción presupuestaria. Se observa claramente la mayor brecha a nivel porcentual de las regiones VIII a X, la que concentran en la actualidad el 37% de las inversiones, mientras que el modelo generó como resultado una asignación del 54%.

GRÁFICO N° 8.10: DIS TRIBUCIÓN REGIONAL DE INVERSIONES EN CONSERVACIÓN



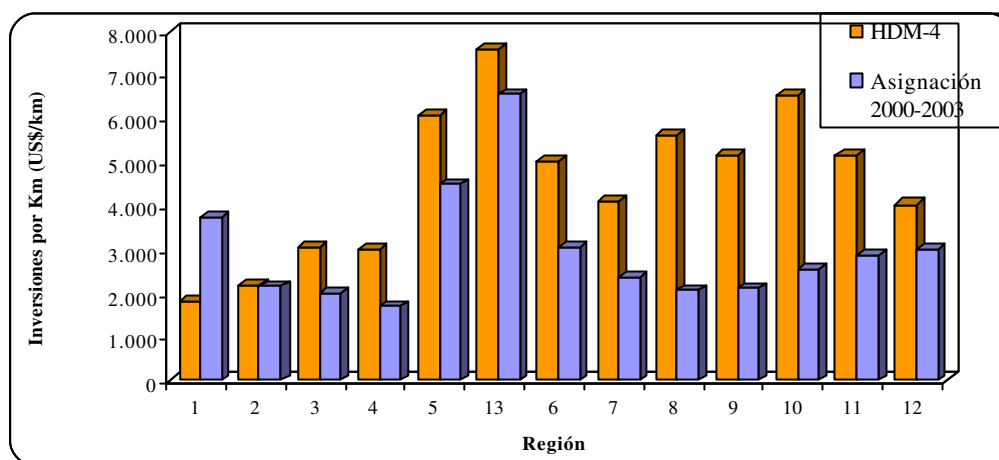
A continuación se presentan montos unitarios de conservación por kms de la red, las cifras se presentan a nivel regional tanto para la situación actual como la modelada sin restricción presupuestaria.

CUADRO N° 8.13: MONTO MEDIO DE CONSERVACIÓN ANUAL POR REGIÓN Y CIFRAS UNITARIAS POR KM – COMPARACIÓN SITUACIÓN ACTUAL Y MODELADA

Región y Zona del País	Promedio Asignación Actual			Promedio Modelación HDM			Relación Ctos. Unit. Modelo / Actual
	Inversión MMUS\$ / Año	Km Año 2003	Costo Unitario US\$/km	Inversión MMUS\$ / Año	Km Año 2003	Costo Unitario US\$/km	
1	17,6	4.683	3.758	8,6	4.683	1.836	0,49
2	12,3	5.756	2.139	12,6	5.756	2.183	1,02
3	13,9	7.006	1.980	21,4	7.006	3.049	1,54
4	8,0	4.724	1.690	14,2	4.724	3.003	1,78
Norte	51,8	22.170	3.037	56,7	22.170	2.559	0,84
5	13,8	3.076	4.490	18,7	3.076	6.081	1,35
13	14,5	2.206	6.592	16,8	2.206	7.594	1,15
6	12,3	4.047	3.047	20,3	4.047	5.017	1,65
7	16,9	7.167	2.358	29,3	7.167	4.085	1,73
Centro	57,6	16.496	4.690	85,0	16.496	5.155	1,10
8	23,5	11.434	2.055	64,6	11.434	5.653	2,75
9	25,8	12.219	2.112	62,8	12.219	5.140	2,43
10	26,7	10.402	2.562	68,1	10.402	6.550	2,56
Sur	76,0	34.055	2.584	195,6	34.055	5.743	2,22
11	7,9	2.733	2.888	14,1	2.733	5.159	1,79
12	9,7	3.260	2.991	13,2	3.260	4.042	1,35
Austral	17,6	5.992	3.366	27,3	5.992	4.552	1,35
Total	202,9	78.713	2.578	364,6	78.713	4.632	1,80

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

GRÁFICO N° 8.11: COS TOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN PARA
EL TOTAL DE KM DE LA RED NACIONAL (US\$/KM)



En términos globales de los resultados de modelo se obtuvo un indicador de 4.632 US\$/km de red, el cual supera en un 1.80 al valor medio de 2.578 US\$/km que resulta de la asignación actual. Se observa en ambas series de costos unitarios, fuertes diferencias a nivel regional y por zonas del país, lo cual en gran medida es producto de la distribución por tipo de caminos (pavimentados, ripio, tierra, etc.) existente en cada región, los que requieren montos de inversión distintos para su conservación.

No obstante lo anterior, es destacable de la asignación actual, los bajos costos unitarios resultantes para los caminos de la zona sur del país (regiones VIII a X), con valores medios un 15% inferiores al de la zona norte y un 45% menores que los de la zona central. Así también, destaca el alto costo unitario de los caminos de la I Región –el tercero en importancia después de las regiones Metropolitana y V–, el cual supera en un 75% al asignado en la II Región, con una distribución de caminos pavimentados y no pavimentados muy semejantes entre ellas.

Por otro lado los valores medios obtenidos del modelo, parecen bastante más consistentes, en el sentido de que se observa un incremento de los costos medios desde las regiones del norte hacia el sur, ello con excepción de las regiones australes, lo cual es consecuencia de la menor participación en ellas de caminos pavimentados, con sólo un 15% de la red, en comparación a la zona sur donde dicho porcentaje es del 24%. Así también, al interior de cada zona no existe gran variación en los costos unitarios regionales, con la excepción de la zona norte, donde las regiones I y II en promedio presentan un costo unitario un 34% menor al obtenido para las regiones III y IV.

8.2.2 Análisis de Resultados Para la Red de la IV Región

En lo que respecta a los resultados para la Red Piloto de la IV Región, en el Anexo N° 2.5 se presenta el detalle de las inversiones por ruta y año en el horizonte de 20 años de evaluación. A modo de síntesis en el cuadro siguiente se presenta la cantidad de km modelados por año en rutas pavimentadas y no pavimentadas. En ambos tipos de caminos se observa que no existe gran variación de los kilómetros a lo largo del tiempo, destacándose sólo una pequeña variación en el año 2013, producto de la pavimentación de 1.2 km de la ruta D305.

CUADRO N° 8.14: KM DE CAMINOS EN LOS 20 AÑOS DE MODELACIÓN

Rutas	Kms Año 2003	Kms Año 2008	Kms Año 2013	Kms Año 2018	Kms Año 2023	Variación 2023-2003
Km de Rutas Pavimentadas						
B041	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	0,0
B043	86,0	86,0	86,0	86,0	86,0	0,0
B045	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	0,0
C051	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	0,0
C485	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	0,0
C595	23,7	23,7	23,7	23,7	23,7	0,0
D205	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	0,0
D305	8,6	8,6	9,8	9,8	9,8	1,2
D315	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	0,0
D325	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0
D410	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0
D419	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	0,0
D420	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	0,0
D440	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	0,0
D505	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	0,0
Total	395,7	395,7	396,9	396,9	396,9	1,2
Km de Rutas No Pavimentadas						
B041	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	0,0
D305	19,0	19,0	17,8	17,8	17,8	-1,2
Total	37,9	37,9	36,7	36,7	36,7	-1,2

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de la Red Piloto de la IV Región

A continuación se presentan los niveles de inversión obtenidos de la modelación de las políticas óptimas sin restricción presupuestaria. De ello se desprende un monto global de inversión que alcanza en caminos pavimentados los 33,6 millones de US\$ en los 20 años de la serie, con una cifra media anual de MM US\$ 1,68. En caminos no pavimentados la cifra es bastante menor, debido a reducida cantidad de km que contempla la red piloto, con un valor global en los 20 años de 2.2 millones de US\$, y una tasa media de inversión en conservación de 110 mil US\$ por año.

CUADRO N° 8.15: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN EN CAMINOS PAVIMENTADOS (CIFRAS EN M US\$/AÑO)

Tipo de Conservación	Actividad	Promedio 2004-2008	Promedio 2009-2013	Promedio 2014-2018	Promedio 2019-2023	Promedio Anual	% del Promedio Anual
Rutinaria	Rutinaria Asfalto	777,9	778,4	780,4	780,4	779,3	46 %
	Rutinaria Hormigón	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	6 %
	Subtotal	874,6	875,1	877,2	877,2	876,0	52 %
Periódica	Sello Granular	308,8	97,5	332,0	378,0	279,1	17 %
	Sello Asfáltico Juntas	34,5	51,7	34,5	51,7	43,1	3 %
	Slurry	43,7	0,0	43,7	43,7	32,8	2 %
	Bacheo	0,0	0,1	0,4	2,5	0,8	0 %
	Reemplazo 20% de Losas	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0 %
	Cepillado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0 %
	Reemplazo de Drenes	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0 %
	Subtotal	387,1	149,4	410,8	476,2	355,9	21 %
Mayor	Recapado	410,4	212,2	161,1	237,9	255,4	15 %
	Repavimentación	83,7	284,2	240,8	0,0	152,2	9 %
	Reconstrucción Carpeta Asfáltica	0,0	152,0	0,0	0,0	38,0	2 %
	Subtotal	494,1	648,5	401,9	237,9	445,6	27 %
Total		1.755,8	1.673,0	1.689,9	1.591,3	1.677,5	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de la Red Piloto de la IV Región

CUADRO N° 8.16: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS (CIFRAS EN M US\$/AÑO)

Tipo de Conservación	Actividad	Promedio 2004-2008	Promedio 2009-2013	Promedio 2014-2018	Promedio 2019-2023	Promedio Anual	% Promedio Anual
Rutinaria	Rutinaria No Pavimentado	25,9	25,7	25,0	25,0	25,4	23 %
	Reperfilado	6,0	2,2	3,1	4,2	3,9	4 %
	Subtotal	31,9	27,9	28,2	29,3	29,3	27 %
Periódica	Recebo	36,0	0,0	36,0	0,0	18,0	16 %
	Sello Granular CAPRO	0,0	62,0	124,0	64,8	62,7	57 %
	Subtotal	36,0	62,0	160,0	64,8	80,7	73 %
Total		67,9	89,9	188,2	94,0	110,0	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de la Red Piloto de la IV Región

La mantención rutinaria de los caminos pavimentados explica el 52% de las inversiones, y específicamente la conservación rutinaria de los caminos de asfalto, que concentra el 46% del total. La conservación periódica representa el 21% del monto global, siendo el sello granular la actividad de mayor importancia, explicando el 78% del monto de conservación periódica. La conservación mayor concentra el restante 27%, siendo las actividades de mayor importancia el recapado y repavimentación.

En los caminos no pavimentados, la conservación rutinaria explican el 27% de las inversiones, mientras que la periódica concentra el restante 73%. Se destaca en este último tipo de conservación la actividad de Sello Granular CAPRO, ya que por sí sola explica el 57% del monto global de la conservación de los caminos no pavimentados.

Tal como se muestra a continuación, las rutas 41 y 43 son las que explican la mayor parte de las inversiones en conservación de los caminos pavimentados, concentrando éstas el 45% de las inversiones. Cabe observar sin embargo, que su participación en términos monetarios, es inferior a la fracción que representan de los km. pavimentados; en efecto, las rutas 41 y 43 explican el 53% de los km. pavimentados de la red piloto.

CUADRO N° 8.17: MONTO MEDIO DE CONSERVACIÓN ANUAL POR RUTA Y CIFRAS UNITARIAS POR KM – CAMINOS PAVIMENTADOS

Rutas	Monto por Tipo de Conservación (MM US\$/Año)				% del Total	Costo Unitario por Tipo de Conservación (US\$/Km)			
	Rutinaria	Periódico	Mayor	Total		Rutinario	Periódico	Mayor	Total
B041	282,1	77,2	36,8	396,0	24%	2.257	617	294	3.169
B043	199,1	121,4	32,0	352,5	21%	2.315	1.411	372	4.099
B045	72,7	39,9	0,0	112,6	7%	2.202	1.208	0	3.410
C051	57,3	23,2	52,5	133,0	8%	2.115	855	1.935	4.905
C485	39,4	8,2	124,9	172,6	10%	2.115	442	6.698	9.254
C595	50,2	17,0	12,5	79,7	5%	2.115	716	525	3.356
D205	15,4	8,9	0,0	24,4	1%	2.115	1.225	0	3.340
D305	19,5	9,9	0,0	29,4	2%	2.115	1.075	0	3.190
D315	3,8	3,8	0,0	7,5	0%	2.115	2.111	0	4.225
D325	2,1	0,0	0,0	2,2	0%	2.115	15	0	2.129
D410	8,0	0,0	38,0	46,0	3%	2.115	4	10.000	12.118
D419	3,4	2,2	0,0	5,5	0%	2.115	1.351	0	3.466
D420	24,0	10,7	34,3	69,0	4%	2.115	942	3.015	6.071
D440	25,0	15,9	0,0	40,9	2%	2.115	1.351	0	3.466
D505	73,9	17,6	114,7	206,2	12%	2.115	502	3.280	5.897
Subtotal	876,0	355,9	445,6	1.677,5	100%	2.210	898	1.124	4.232
B041	15,7	18,0		33,7	31%	831	956		1.787
D305	13,7	62,7		76,3	69%	743	3.410		4.153
Subtotal	29,3	80,7	0,0	110,0	100%	788	2.167	0	2.955

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de la Red Piloto de la IV Región

8	MODELACIÓN CON HDM4 A 20 AÑOS.....	8-1
8.1	ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN MODELADOS	8- 1
8.2	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN	8-11
8.2.1	<i>Análisis de Resultados Para la Red Nacional</i>	<i>8-11</i>
8.2.2	<i>Análisis de Resultados Para la Red de la IV Región</i>	<i>8-25</i>

9 MODELACIÓN DE MEDIANO PLAZO DE LA RED NACIONAL

9.1 POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN MODELADAS

De acuerdo a lo propuesto por el consultor inicialmente, la evaluación económica y la determinación de la evolución del deterioro de los caminos se realizaría en un periodo de evaluación de 20 años, considerando que se incorporaban políticas de conservación con actividades de mantenimiento y mejoramiento a realizar a mediano y largo plazo, como son cambios de estándares, recapados y reconstrucciones.

Para la evaluación realizada a 20 años el consultor propuso una serie de políticas de intervención, las cuales en su mayoría, provienen de las utilizadas por el Departamento de Gestión Vial del MOP, las cuales al ser evaluadas en el HDM4 entregaron una primera aproximación de cuáles son las políticas óptimas para los tipos de tramos evaluados de las trece regiones del país.

Sin embargo, para pavimentos de asfalto las políticas resultantes óptimas en su mayoría sólo incluían una actividad de mantenimiento, activándose bajo el cumplimiento del umbral de un solo indicador (por ej. IRI ó Grietas). Para el caso de pavimentos de hormigón y caminos no pavimentados las políticas evaluadas consideraban actividades de mantenimiento en respuesta a distintos umbrales de deterioro. Sin embargo, para los pavimentos de hormigón, los umbrales de intervención no eran los más apropiados y la alternativa de mantención óptima sugerida por el programa permitía que el deterioro en ellos avanzara sustancialmente antes de realizar la intervención.

Por otro lado, en conversaciones con profesionales del MOP, se determinó realizar una evaluación a menor plazo, de modo de tener una mejor aproximación y más realista a las evaluaciones económicas que desarrolla el MOP (periodos de 10 a 15 años como máximo).

Reuniendo estas dos observaciones, se realizó una segunda modelación considerando políticas de intervención para pavimentos asfálticos que contengan más de una actividad y que se activen por condición de respuesta para distintos indicadores (por ejm. IRI y Grietas para caminos pavimentados).

En el caso de los pavimentos de hormigón se modificaron los umbrales de intervención en atención a las observaciones de la Inspección Fiscal y logrando la activación de las

acciones de conservación a un umbral apropiado. Para caminos no pavimentado no se realizaron modificaciones en las políticas de intervención.

Además se consideró un horizonte de evaluación de menor plazo (10 años), por las razones anteriormente expuestas. Con ello se trató de enfocar el análisis a la obtención de los beneficios que generan las actividades de conservación, principalmente; toda vez que al aumentar los plazos de evaluación, aumentan los beneficios de las obras de mejoramiento, distorsionando el efecto que genera el mantenimiento en el programa global de actividades.

Se debe tener la precaución de no comparar directamente ambas modelaciones, ya que tal como se mencionó, difieren en primer lugar en las políticas evaluadas, y en segundo lugar en el periodo de evaluación, y dado que se ha elegido la alternativa de maximizar el VAN, los resultados son notoriamente diferentes.

En definitiva las estándares y políticas de mantenimiento modeladas por topología de caminos, fueron las siguientes.

CUADRO N° 9.1: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO

Alternativa	IRI	Grietas	Perdida Áridos	Conserv. Rutinaria	Ahuellamiento	Baches (*)	Exudación (*)	Ampliación
Base Asfalto	-	-	-	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
ZONA NORTE Y CENTRO								
A00nc	Reconstrucción en Mezcla Asfáltica (IRI>6) Reconstrucción Tratamiento Superficial (IRI>8)	Sello Granular (Grietas>30%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A01nc	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>15%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A02nc	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>20%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A03nc	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>25%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A04nc	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>30%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A05nc	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>15%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A06nc	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>20%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A07nc	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>25%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A08nc	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>30%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A09nc	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>15%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A10nc	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>20%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A11nc	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>25%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A12nc	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>30%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A13nc	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>15%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A14nc	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>20%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A15nc	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>25%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A16nc	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>30%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A17nc	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>25%)	<40%	SI	<15 mm	N/P	N/P	TMDA >5000

CUADRO N° 9.1: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO

Alternativa	IRI	Grietas	Perdida Áridos	Conserv. Rutinaria	Ahuellamiento	Baches (*)	Exudación (*)	Ampliación
ZONA SUR Y AUSTRAL								
A00sa	Reconstrucción en Mezcla Asfáltica (IRI>6) Reconstrucción Tratamiento Superficial (IRI>8)	Sello Granular (Grietas>30%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A01sa	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>15%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A02sa	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>20%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A03sa	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>25%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A04sa	Recapado (IRI>3.5)	Slurry (Grieta>10%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A05sa	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>15%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A06sa	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>20%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A07sa	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>25%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A08sa	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>10%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A09sa	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>15%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A10sa	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>20%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A11sa	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>25%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A12sa	Recapado (IRI>5.0)	Slurry (Grieta>10%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A13sa	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>15%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A14sa	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>20%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A15sa	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>25%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A16sa	Recapado (IRI>6.0)	Slurry (Grieta>10%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	-
A17sa	Recapado (IRI>4.0)	Slurry (Grieta>25%)	<30%	SI	<15 mm	N/P	N/P	TMDA >5000

Nota: N/P indica que no se permiten baches ni exudación en ninguna de las alternativas

CUADRO N° 9.2: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE HORMIGÓN

Alternativa	IRI	Grietas	Reemplazo de Drenes	Sello de Juntas	Conserv. Rutinaria	Escalamiento	Baches (*)
Base	-	-	-	-	SI	<10 mm	N/P
H01	Cepillado (IRI>4.0)	Reempl. 20% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H02	Cepillado (IRI>4.0)	Reempl. 60% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H03	Cepillado (IRI>4.0)	Reempl. 100% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H04	Cepillado (IRI>4.0)	Reempl. 20% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H05	Cepillado (IRI>4.0)	Reempl. 60% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H06	Cepillado (IRI>4.0)	Reempl. 100% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H07	Cepillado (IRI>5.0)	Reempl. 20% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H08	Cepillado (IRI>5.0)	Reempl. 60% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H09	Cepillado (IRI>5.0)	Reempl. 100% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H10	Cepillado (IRI>5.0)	Reempl. 20% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H11	Cepillado (IRI>5.0)	Reempl. 60% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H12	Cepillado (IRI>5.0)	Reempl. 100% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H13	Cepillado (IRI>6.0)	Reempl. 20% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H14	Cepillado (IRI>6.0)	Reempl. 60% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H15	Cepillado (IRI>6.0)	Reempl. 100% Losas (Grieta>20%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H16	Cepillado (IRI>6.0)	Reempl. 20% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H17	Cepillado (IRI>6.0)	Reempl. 60% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P
H18	Cepillado (IRI>6.0)	Reempl. 100% Losas (Grieta>40%)	Año 10	Cada 2 años	SI	<10 mm	N/P

Nota: N/P indica que no se permiten baches en ninguna de las alternativas

CUADRO N° 9.3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE RIPIO, CAPRO Y ESTABILIZADOS

Alternativa	Pasadas Vehiculares	Espesor de la Grava	TMDA	Cambio de Estándar	Adicional
Caminos de Ripio					
Base	-	-			Rutinaria No Pav
GR01 *	Reperfilado (2000 pas.)	Recebo (e<25 mm)			Rutinaria No Pav
GR02 *	Reperfilado (4000 pas.)	Recebo (e<25 mm)			Rutinaria No Pav
GR03 *	Reperfilado (6000 pas.)	Recebo (e<25 mm)			Rutinaria No Pav
GR04 *	Reperfilado (8000 pas.)	Recebo (e<25 mm)			Rutinaria No Pav
GR05	Reperfilado (2000 pas.)	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav
GR06	Reperfilado (4000 pas.)	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav
GR07	Reperfilado (6000 pas.)	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav
GR08	Reperfilado (8000 pas.)	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav
GR09	Reperfilado (6000 pas.)	Recebo (e<50 mm)	TMDA<200		Rutinaria No Pav
			TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CP01
GR10	Reperfilado (6000 pas.)	Recebo (e<50 mm)	TMDA<200		Rutinaria No Pav
			TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CP01
GR11	Reperfilado (6000 pas.)	Recebo (e<50 mm)	TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación A15
			TMDA<200		Rutinaria No Pav
GR12	Reperfilado (6000 pas.)	Recebo (e<50 mm)	TMDA>200	Grava a ESTAB	Conservación EST01
			TMDA<200		Rutinaria No Pav
			TMDA>300	ESTAB a DTS	Conservación A15
Caminos con Grava Estabilizada					
Base	-	-			Rutinaria No Pav
EST01	Reperfilado cada 3 años	Recebo cada 3 años			Rutinaria No Pav
EST02	Reperfilado cada 3 años	Recebo cada 3 años	TMDA<300		Rutinaria No Pav
			TMDA>300	ESTAB a DTS	Conservación A15
Caminos con Capa de Protección					
CP01	Sello Granular C/ 4 años				Rutinaria CAPRO
CP02	Sello Granular C/ 4 años		TMDA<300		Rutinaria CAPRO
			TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación A15

Notas (*): Alternativas sólo aplicables en rutas comunales

CUADRO N° 9.4: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE TIERRA

Alternativa	TMDA	Cambio de Estándar	Adicional
Base			Rutinaria No Pav
T01 *	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR03 *
T02 *	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR04 *
T03	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR07
T04	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR08
T05 *	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR03 *
	TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CP01
	TMDA<100		Rutinaria No Pav
T06 *	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR03 *
	TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CP01
	TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación A15
	TMDA<100		Rutinaria No Pav
T07	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR07
	TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CP01

CUADRO N° 9.4: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE TIERRA

Alternativa	TMDA	Cambio de Estándar	Adicional
T08	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR07
	TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CP01
	TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación A15
T09 *	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR03 *
	TMDA>200	Grava a ESTAB	Conservación EST01
T10 *	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR03 *
	TMDA>200	Grava a ESTAB	Conservación EST01
	TMDA>300	ESTAB a DTS	Conservación A15
T11	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR07
	TMDA>200	Grava a ESTAB	Conservación EST01
T12	TMDA<100		Rutinaria No Pav
	TMDA>100	Tierra a Grava	Conservación GR07
	TMDA>200	Grava a ESTAB	Conservación EST01
	TMDA>300	ESTAB a DTS	Conservación A15

Notas(*): Alternativas sólo aplicables en rutas comunales

9.2 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN PARA LA POLÍTICA ÓPTIMA

Los resultados que se presentan en esta sección, corresponden a las políticas óptimas desde el punto de vista social (que maximizan el VAN) para cada tramo modelado perteneciente a cada una de las regiones del país. En el Anexo N° 9.1 se presenta las distintas salidas del modelo.

9.2.1 Cálculo de Factores de Ajuste

Para análisis de los resultados, fue preciso en primer término corregir la información generada en función de la cobertura que ésta presenta. En efecto, si bien la estratificación modelada permitió representar un alto porcentaje de la red vial nacional, no la cubre en su totalidad, por lo que fue necesario incorporar factores de ajuste que permitan expandir los resultados del modelo al total nacional. En el Cuadro N° 8.1 del capítulo anterior, se muestran los factores utilizados y la forma en que éstos se obtuvieron, de donde se desprende la necesidad de expandir en promedio con un factor de 1.06 y de 1.02 los resultados de la modelación de caminos pavimentados y no pavimentados, respectivamente. Con los factores regionales por tipo de caminos reportados en el cuadro, se corrigieron los resultados de la modelación, obteniéndose así resultados representativos del total de km de calzadas no concesionadas de la red vial del país.

9.2.2 Resultados Alternativa Óptima

9.2.2.1 Variación de los Km de Caminos en el Horizonte de 10 Años

A continuación se muestra la variación de los km de caminos pavimentados a lo largo del horizonte de modelación. Tal como se observa en el cuadro siguiente, al cabo de los 10 años los caminos pavimentados se incrementa en 1.859 km, lo que equivale a una variación porcentual del 13% con respecto al kilometraje actual. En las regiones de la zona Sur y Austral (regiones VIII a XII), se observan los mayores incrementos porcentuales, con cifras entre un 20% y 36%.

En el año 2005 se produce el mayor incremento de km pavimentados, ya que la variación alcanza a los 1.716 km, explicando así el 92% de la variación total de los 10 años. Ello es debido a que el modelo interviene en los primeros años el déficit de pavimentación que en la actualidad existe, en contraposición en los últimos años de la serie se reducen las inversiones mayores, ya que queda una menor cantidad de tiempo para percibir los beneficios, y por tanto dichas inversiones no generan el retorno necesario. Por tal razón, y

del punto de vista estratégico, es de mayor interés analizar los resultados medios de los 10 años de la serie, y no de algunos cortes en particular.

CUADRO N° 9.5: KM DE CALZADAS PAVIMENTADAS EN LOS 10 AÑOS DE MODELACIÓN

Reg	Año 2004	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Dif. 2013-2004	% Incremento
1	1.470	1.470	1.470	1.470	1.470	1.470	1.470	1.470	1.470	1.470	0	0%
2	1.723	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	20	1%
3	1.012	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131	119	12%
4	923	923	923	923	923	923	945	945	945	945	23	2%
5	998	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	1.158	160	16%
6	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	0	0%
7	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	0	0%
8	1.677	2.135	2.135	2.135	2.135	2.135	2.135	2.135	2.135	2.135	458	27%
9	1.241	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495	254	20%
10	1.744	2.366	2.366	2.366	2.366	2.366	2.366	2.366	2.366	2.366	622	36%
11	277	334	334	334	334	334	334	334	334	334	56	20%
12	474	474	474	474	474	474	474	474	474	594	120	25%
13	970	997	997	997	997	997	997	997	997	997	27	3%
Total	14.759	16.475	16.475	16.475	16.475	16.475	16.498	16.498	16.498	16.618	1.859	13%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

En el cuadro siguiente se muestran los resultados de km de caminos no pavimentados para los 10 años del horizonte modelado, observándose en éstos la reducción de los 1.859 km de caminos que fueron pavimentados. Dado que en los 10 años no se incorporaron nuevos caminos en la red vial nacional, la pavimentación de una fracción de los actuales, genera la disminución del 3% de la red no pavimentada.

CUADRO N° 9.6: KM DE CAMINOS NO PAVIMENTADAS EN LOS 10 AÑOS DE MODELACIÓN

Reg	Año 2004	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Dif. 2013-2004	% Incremento
1	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	0	0%
2	4.034	4.014	4.014	4.014	4.014	4.014	4.014	4.014	4.014	4.014	-20	0%
3	5.994	5.875	5.875	5.875	5.875	5.875	5.875	5.875	5.875	5.875	-119	-2%
4	3.802	3.802	3.802	3.802	3.802	3.802	3.779	3.779	3.779	3.779	-23	-1%
5	2.078	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	-160	-8%
6	3.007	3.007	3.007	3.007	3.007	3.007	3.007	3.007	3.007	3.007	0	0%
7	5.956	5.956	5.956	5.956	5.956	5.956	5.956	5.956	5.956	5.956	0	0%
8	9.757	9.299	9.299	9.299	9.299	9.299	9.299	9.299	9.299	9.299	-458	-5%
9	10.978	10.724	10.724	10.724	10.724	10.724	10.724	10.724	10.724	10.724	-254	-2%
10	8.658	8.036	8.036	8.036	8.036	8.036	8.036	8.036	8.036	8.036	-622	-7%
11	2.455	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	-56	-2%
12	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.665	-120	-4%
13	1.237	1.209	1.209	1.209	1.209	1.209	1.209	1.209	1.209	1.209	-27	-2%
Total	63.954	62.239	62.239	62.239	62.239	62.239	62.216	62.216	62.216	62.096	-1.859	-3%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos no pavimentados.

9.2.2.2 Montos de Inversión por Actividades de Mantenimiento

Para distintas actividades de conservación de los caminos pavimentados, a continuación se presentan los montos de inversión resultantes de la modelación de las políticas óptimas sin restricción presupuestaria. De ello se desprende un monto global de inversión que alcanza los 1.372 millones de US\$ en los 10 años de la serie, con una cifra media anual de MM US\$ 137,2; cabe observar que para el caso de la modelación a 20 años (ver Capítulo 8), el gasto medio anual resultó de MM US\$ 167,7, es decir un 22% mayor al obtenido en esta oportunidad.

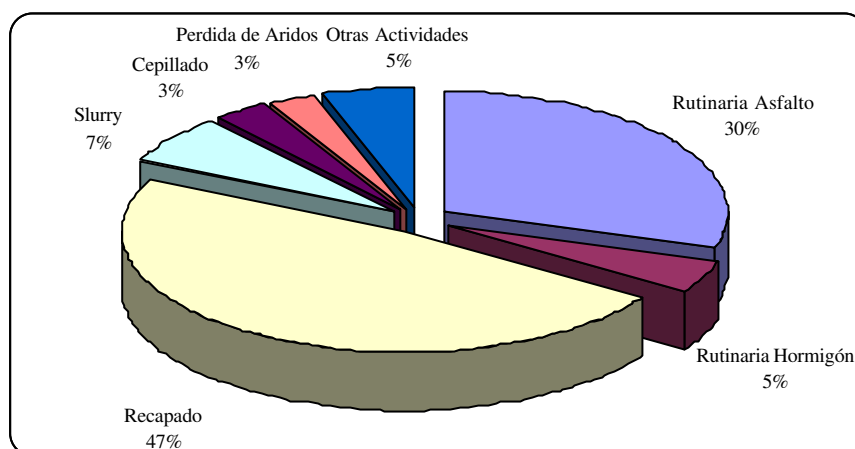
La distribución del gasto por tipo de actividad resultó muy semejante al obtenido de la modelación de largo plazo (20 años), ya que la conservación periódica sigue explicando la mayor parte de las inversiones, concentrando ésta el 64% del total en vez de un 62% obtenido de la modelación a 20 años. En lo que respecta a la mantención rutinaria, el porcentaje de representación sobre el total es el mismo para la modelación a 10 y 20 años, con un porcentaje del 34%. En lo que respecta a las actividades de conservación mayor, éstas representan sólo el 2% del total.

CUADRO N° 9.7: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS PAVIMENTADOS (CIFRAS EN MM US\$/AÑO)

Tipo de Conservación	Actividad	Promedio 2004-2008	Promedio 2009-2013	Promedio Anual	% del Promedio Anual
Rutinaria	Rutinaria Asfalto	39,98	41,23	40,61	30%
	Rutinaria Hormigón	6,43	6,43	6,43	5%
	Subtotal	46,41	47,66	47,03	34%
Periódica	Recapado	62,50	69,36	65,93	48%
	Slurry	10,91	7,07	8,99	7%
	Cepillado	5,21	3,37	4,29	3%
	Pérdida de Áridos	6,35	0,97	3,66	3%
	Sello Granular	2,27	3,25	2,76	2%
	Sello Asfáltico Juntas	1,50	2,25	1,87	1%
	Reemplazo de Losas	0,01	0,01	0,01	0%
	Bacheo	0,01	0,00	0,01	0%
	Reemplazo de Drenes	0,00	0,00	0,00	0%
	Subtotal	88,77	86,29	87,53	64%
Mayor	Reconstrucción Carpeta Asfáltica	0,61	3,13	1,87	1%
	Reconstrucción Tratamiento Superficial	0,64	0,87	0,76	1%
	Repavimentación	0,00	0,00	0,00	0%
	Subtotal	1,24	4,01	2,63	2%
Total		136,42	137,96	137,19	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

GRÁFICO N° 9.1: DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD DE MONTOS DE INVERSIÓN DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS PAVIMENTADOS



De las corridas de políticas óptimas sin restricción presupuestaria para los caminos no pavimentados, se obtuvo un monto de inversión en conservación que alcanza los 1.784 millones de US\$ para los 10 años de la serie, es decir un 30% más que lo estimado para los caminos pavimentados, pero para un total de kilómetros tres veces mayor. La cifra media anual alcanza los MM US\$ 178,4, sin observarse grandes variaciones por corte temporal. Para el caso de la modelación de largo plazo, el gasto medio anual resultó de MM US\$ 196,9 (ver Capítulo 8), por lo que es esta oportunidad se observa una reducción del 10%.

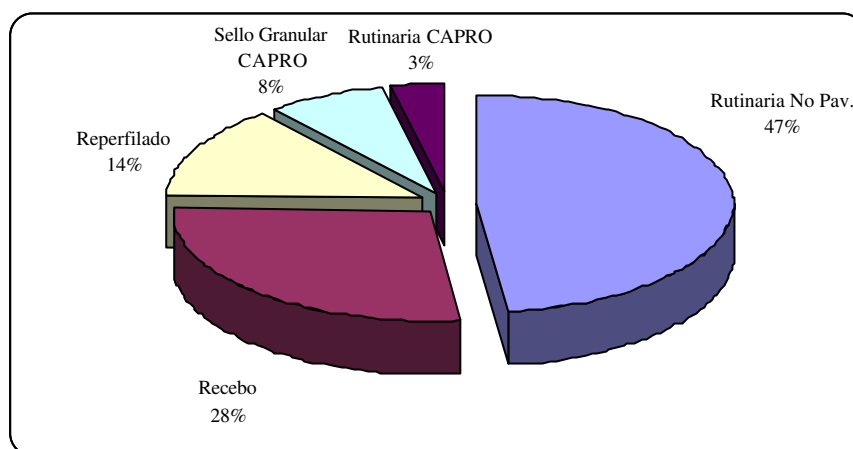
De los resultados por actividad se observa un incremento porcentual de la conservación rutinaria, en comparación a la obtenida de la modelación de largo plazo; si bien en ambas corridas las actividades rutinarias son las predominantes, es esta oportunidad representan el 65% del gasto total, en comparación al 56% obtenido en la corrida reportada en el capítulo anterior.

CUADRO N° 9.8: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS (CIFRAS EN MM US\$/AÑO)

Tipo de Conservación	Actividad	Promedio 2004-2008	Promedio 2009-2013	Promedio Anual	% Promedio Anual
Rutinaria	Rutinaria No Pavimentado	87,13	84,03	85,58	48%
	Reperfilado	23,03	25,70	24,36	14%
	Rutinaria CAPRO	4,63	7,05	5,84	3%
	Subtotal	114,79	116,79	115,79	65%
Periódica	Recebo	49,20	49,17	49,19	28%
	Sello Granular CAPRO	9,35	17,51	13,43	8%
	Subtotal	58,55	66,68	62,62	35%
Total		173,34	183,47	178,41	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos no pavimentados.

GRÁFICO N° 9.2: DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD AD DE MONTOS DE INVERSIÓN DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS



9.2.2.3 Gastos Medio por Región y Km de Camino

A continuación se presentan los resultados de montos medios anuales de conservación por regiones del país.

CUADRO N° 9.9: MONTO MEDIO DE CONSERVACIÓN ANUAL POR REGIÓN Y CIFRAS UNITARIAS POR KM – CAMINOS PAVIMENTADOS

Región	Monto por Tipo de Conservación (MM US\$/Año)				% del Total	Km Medio	Costo Unitario por Tipo de Conservación (US\$/Km)			
	Rutinaria	Periódico	Mayor	Total			Rutinario	Periódico	Mayor	Total
1	3,1	2,7	0,4	6,2	5%	1.470	2.115	1.834	264	4.212
2	3,7	2,2	0,2	6,0	4%	1.741	2.115	1.240	101	3.456
3	2,4	2,1	0,0	4,4	3%	1.119	2.115	1.858	0	3.972
4	2,0	1,2	0,0	3,2	2%	932	2.200	1.268	0	3.467
Norte	11,2	8,1	0,6	19,9	14%	5.261	2.130	1.542	107	3.779
5	3,4	6,0	0,1	9,4	7%	1.142	2.952	5.229	50	8.232
6	3,0	3,8	0,0	6,8	5%	994	2.968	3.841	0	6.809
7	2,8	2,1	0,0	4,9	4%	1.040	2.652	2.058	0	4.710
13	3,5	3,4	0,0	6,9	5%	1.210	2.879	2.824	0	5.702
Centro	12,6	15,3	0,1	28,0	20%	4.386	2.864	3.499	13	6.376
8	7,3	26,3	1,6	35,1	26%	2.089	3.484	12.590	750	16.825
9	5,1	9,4	0,0	14,5	11%	1.470	3.485	6.370	0	9.855
10	8,0	26,8	0,3	35,1	26%	2.304	3.486	11.626	139	15.251
Sur	20,4	62,4	1,9	84,8	62%	5.863	3.485	10.652	322	14.459
11	1,1	1,3	0,1	2,6	2%	328	3.481	3.981	353	7.816
12	1,7	0,3	0,0	2,0	1%	486	3.477	651	0	4.128
Austral	2,8	1,6	0,1	4,6	3%	814,4	3.479	1.993	142	5.614
Total País	47,0	87,5	2,6	137,2	100%	16.324	2.881	5.362	161	8.404

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

GRÁFICO N° 9.3: GASTO DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN – PAVIMENTADOS (MMUS\$/AÑO)

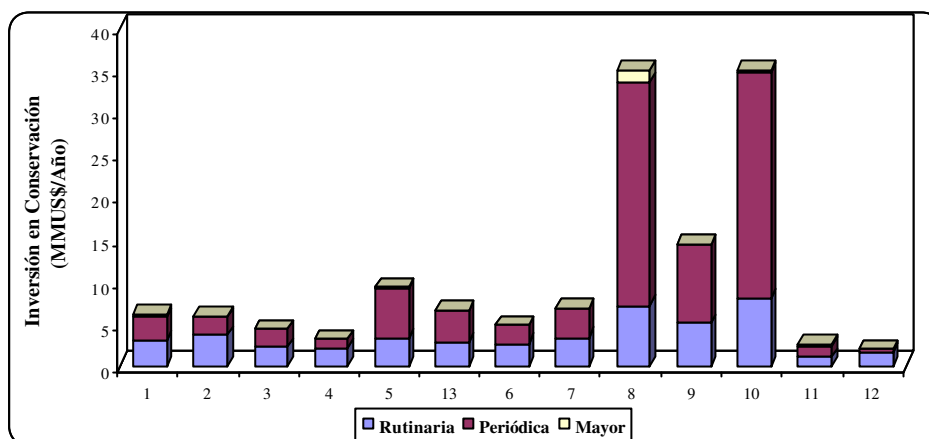
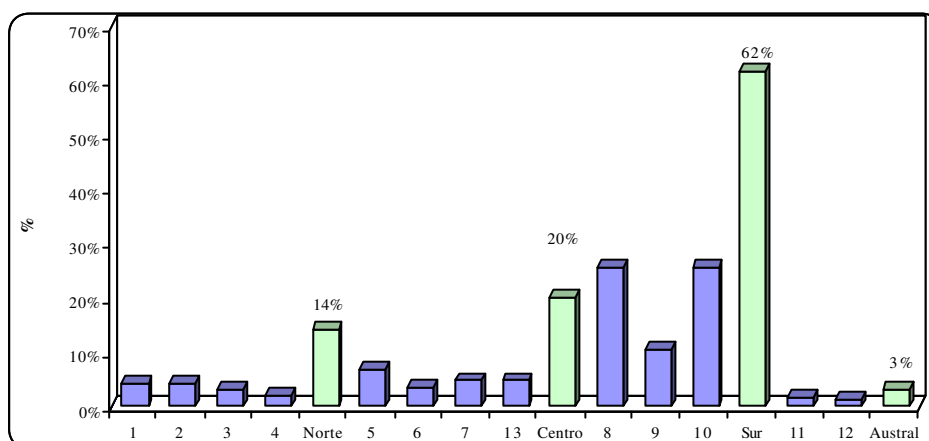


GRÁFICO N° 9.4: DISTRIBUCIÓN DEL GASTO POR REGIÓN – CAMINOS PAVIMENTADOS

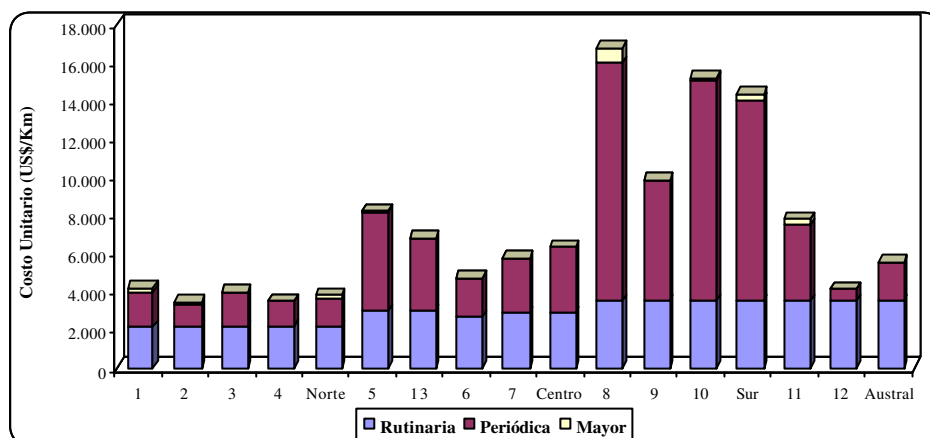


Al igual que para la modelación de largo plazo, destaca en esta oportunidad la fuerte participación sobre el total de las 3 regiones que conforman la zona sur, ya que éstas explican el 62% de la cifra media anual, para un kilometraje que concentra el 42% del total. Cabe observar que ello representa un incremento en comparación a los resultados de la corrida a 20 años, donde la participación de la zona sur fue del 57% con respecto al total país.

En el Gráfico N° 9.5 siguiente, se ilustran los costos medios de inversión por km reportados en el Cuadro N° 9.9. En lo que a ello respecta, es preciso observar que las cifras medias de tipo de inversión por Km, fueron generadas a partir del kilometraje total de cada región y no de los km realmente intervenidos en cada una de ellas. Ello explica por ejemplo, que en el global el costo unitario de la conservación periódica sea superior al costo unitario de la conservación mayor, o que en algunas regiones el costos unitario de mantención rutinaria sea superior al de conservación periódica. No obstante la aclaración anterior, el gráfico

permite explicar las fuertes diferencias de inversión a nivel regional y zonas del país. Es así por ejemplo, que en la zona central y sur, se incrementan los costos unitarios de conservación periódica, no obstante en las regiones VIII a X dicho incremento es más significativo, explicando así las fuertes inversiones en mantención en dichas regiones.

GRÁFICO N° 9.5: COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN – PAVIMENTADOS (US\$/KM)



A continuación se presentan los resultados de montos medios anuales de conservación por regiones del país, obtenidos de la modelación de los caminos no pavimentados.

CUADRO N° 9.10: MONTO MEDIO DE CONSERVACIÓN ANUAL POR REGIÓN Y CIFRAS UNITARIAS
 POR KM – CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Región	Monto por Tipo de Conservación (MM US\$/Año)			% del Total	Km Medio	Costo Unitario por Tipo de Conservación (US \$/Km)		
	Rutinaria	Periódico	Total			Rutinario	Periódico	Total
1	2,3	0,4	2,7	2%	3.213	718	116	834
2	3,1	1,8	4,8	3%	4.016	767	438	1.206
3	4,6	10,6	15,2	9%	5.887	777	1.800	2.577
4	3,7	4,1	7,8	4%	3.793	964	1.085	2.049
Norte	13,6	16,8	30,5	17%	16.909	806	996	1.802
5	2,3	2,7	4,9	3%	1.934	1.173	1.381	2.554
6	1,5	2,0	3,5	2%	1.212	1.208	1.683	2.891
7	4,3	3,0	7,3	4%	3.007	1.414	997	2.412
13	7,8	6,2	14,0	8%	5.956	1.314	1.044	2.358
Centro	15,8	13,9	29,7	17%	12.110	1.306	1.150	2.456
8	22,7	6,1	28,8	16%	9.345	2.424	656	3.080
9	26,5	10,0	36,5	20%	10.749	2.466	926	3.392
10	23,5	10,4	33,9	19%	8.098	2.899	1.287	4.187
Sur	72,6	26,5	99,1	56%	28.193	2.577	940	3.517
11	6,8	2,6	9,4	5%	2.405	2.821	1.070	3.891
12	6,9	2,8	9,7	5%	2.773	2.499	999	3.498
Austral	13,7	5,3	19,1	11%	5.178,0	2.648	1.032	3.681
Total País	115,8	62,6	178,4	100 %	62.389	1.856	1.004	2.860

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

**GRÁFICO N° 9.6: INVERSIÓN DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN
 CAMINOS NO PAVIMENTADOS (MMUS\$/AÑO)**

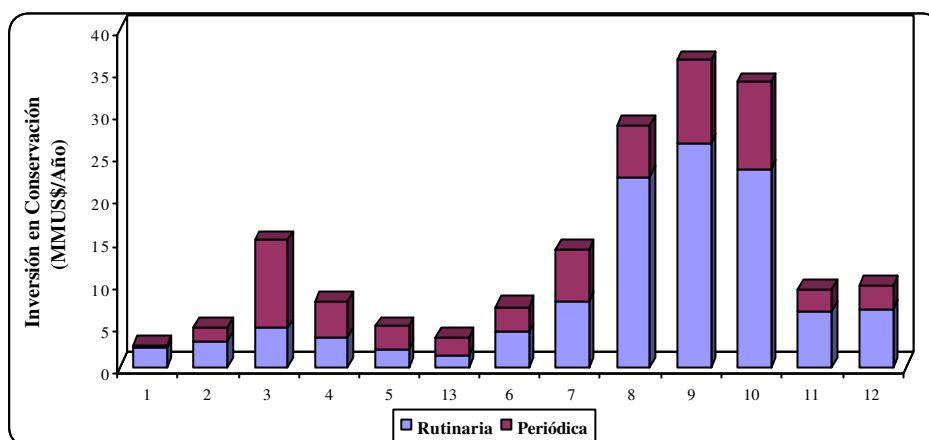
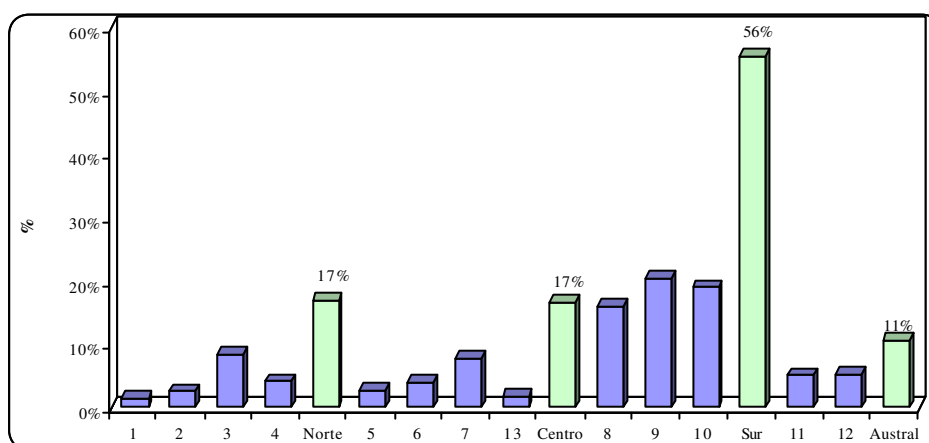


GRÁFICO N° 9.7: DISTRIBUCIÓN DE INVERSIONES POR REGIÓN – CAMINOS NO PAVIMENTADOS

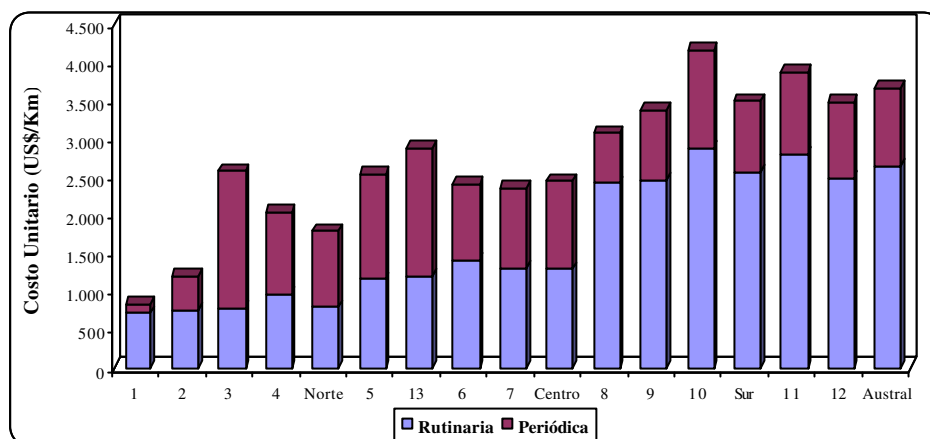


Al igual que lo observado para caminos pavimentados, las inversiones en conservación se concentran en las regiones de la zona sur del país, con un 56% del total para un km que representa el 44% de la red no pavimentada –en la modelación de largo plazo el porcentaje de participación de la zona sur fue del 51%–. Ello en gran medida es producto del mayor costo unitario de la conservación rutinaria, que duplica al contemplado en las regiones de la zona central y triplica al costo unitario por km considerado en la zona norte.

A continuación, se esquematizan los “costos unitarios por km” de conservación rutinaria y periódica presentados en el Cuadro N° 9.10. En lo que a ello respecta, cabe la misma observación realizada para el caso de los caminos pavimentados, en el sentido de que dichos indicadores fueron calculados considerando el total de kms de la red regional, y no considerando sólo los kms realmente intervenidos. No obstante lo anterior, los indicadores

son de gran utilidad para el análisis, ya que con ellos es posible apreciar el efecto de los 2 tipos de conservación en la inversión total regional.

GRÁFICO N° 9.8: COSTOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN NO PAVIM. (US\$/KM)



Se puede observar del gráfico anterior, la fuerte variación del costo unitario de conservación periódica, entre las regiones de la zona norte del País, observándose en particular el mayor gasto de la III Región en comparación al de la I Región; en efecto, para la III Región se obtiene un monto de 1.800 US\$/Km, mientras que en la Primera Región la cifra unitaria de conservación periódica es de sólo 116 US\$/Km. Lo anterior no es explicable por el estado actual de los caminos de ambas regiones, ya que presentan una distribución bastante semejante para esa variable, con porcentajes entorno a 25%, 45% y 30%, respectivamente de los kilómetros clasificados como Buenos, Regulares y Malos. Dado que ambas regiones, se encuentran en la misma área climática, las diferencias en los costos unitarios de conservación periódica, son atribuibles a las variaciones de los niveles de tránsito de ambas regiones, toda vez que en la Región I el 98% de los caminos no pavimentados se encuentran en el rango de tránsito definido como bajo, mientras que en la Tercera Región, dicho porcentaje es del 67%. En la zona norte, las regiones III y IV son las que presentan mayores niveles de tránsito, seguida por la Segunda Región y finalmente la Primera; obteniéndose en definitiva, el mismo orden de decrecimiento de los costos unitarios de conservación periódica, por lo que se podría concluir que es el nivel de tránsito la variable que mayormente impacta en las actividades de conservación.

9.2.3 Comparación con Montos Actuales de Inversión en Conservación

Al igual que lo realizado en el capítulo anterior para el caso de la modelación de largo plazo, en esta oportunidad también se presentan en forma comparativa los montos anuales

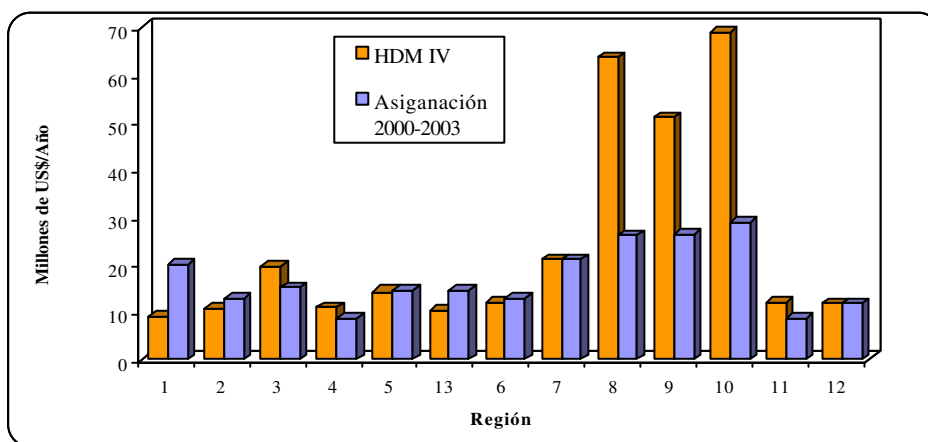
regionales de inversión actual en conservación y los resultantes de la modelación con HDM 4 sin restricción presupuestaria.

CUADRO N° 9.11: COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON MONTOS ACTUALES DE CONSERVACIÓN (MMUS\$/AÑO)

Región	Promedio 2000-2003	Resultados HDM 4			% de Variación
		Pavimentado	No Pavimen.	Total	
1	17,6	6,2	2,7	8,9	-49%
2	12,3	6,0	4,8	10,9	-11%
3	13,9	4,4	15,2	19,6	41%
4	8,0	3,2	7,8	11,0	38%
Norte	51,8	19,9	30,5	50,3	-3%
5	13,8	9,4	4,9	14,3	4%
13	14,5	6,8	3,5	10,3	-29%
6	12,3	4,9	7,3	12,2	-1%
7	16,9	6,9	14,0	21,0	24%
Centro	57,6	28,0	29,7	57,7	-0%
8	23,5	35,1	28,8	63,9	172%
9	25,8	14,5	36,5	50,9	97%
10	26,7	35,1	33,9	69,0	159%
Sur	76,0	84,8	99,1	183,9	142%
11	7,9	2,6	9,4	11,9	51%
12	9,7	2,0	9,7	11,7	20%
Austral	17,6	4,6	19,1	23,6	34%
Total País	202,9	137,2	178,4	315,6	55%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación y de asignación presupuestaria por región.

GRÁFICO N° 9.9: MONTOS ACTUALES DE CONSERVACIÓN POR REGIÓN Y MONTOS RESULTANTES DE LA MODELACIÓN



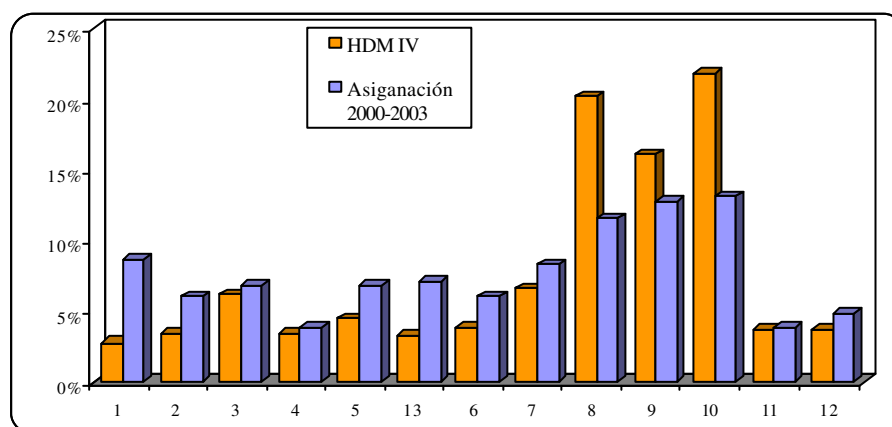
De los resultados que se muestran en el cuadro anterior, se aprecia en el global una mayor estimación del gasto como resultado de la modelación a 10 años, la cual supera en un 55% a la media anual histórica. Dicha diferencia, sin embargo es inferior a la obtenida de la modelación a 20 años, donde la cifra global supera en un 80% a la media histórica del período 2000 – 2003.

El porcentaje de variación entre modelado y actual presenta fuertes variaciones a nivel regional, es así como para las regiones de la zona norte y centro, el porcentaje resultó negativo, producto que el modelo estimó una inversión menor a la que en promedio se destinó entre el 2000 y 2003. Es preciso sin embargo considerar, que la serie histórica de montos regionales de conservación sólo es de 4 años, por lo que podrían existir algunas inversiones específicas en algún año y región, que por su monto generan distorsiones en el promedio obtenido. Es así como en la I Región, en el año 2002 se realizaron reposiciones de pavimentos en la Ruta 5 y Ruta 1, con montos que hace por ejemplo que el gasto en dicho año supere en más de 3 veces al del año 2003. Por lo anterior, es preciso analizar con alguna cautela las diferencias entre el presupuesto actual y estimado.

No obstante lo anterior, donde sí es clara la menor asignación presupuestaria, es en las regiones VIII, IX y X, toda vez que el gasto medio anual resultante del modelo, supera en un 142% al actualmente asignado, generándose así una diferencia significativa, que no es atribuible a la serie de datos utilizada como parámetro de comparación. Dicho resultado también fue detectado de la modelación de largo plazo, donde la subestimación del modelo en comparación al presupuesto actual alcanzó el 157% para las regiones de la zona sur.

En el gráfico siguiente se puede apreciar comparativamente, la distribución regional promedio del período 2000 – 2003, con el gasto medio anual obtenido de la modelación sin restricción presupuestaria. Se observa claramente la mayor brecha a nivel porcentual de las regiones VIII a X, la que concentran en la actualidad el 37% de las inversiones, mientras que el modelo generó como resultado una asignación del 58%.

GRÁFICO N° 9.10: DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE INVERSIONES EN CONSERVACIÓN



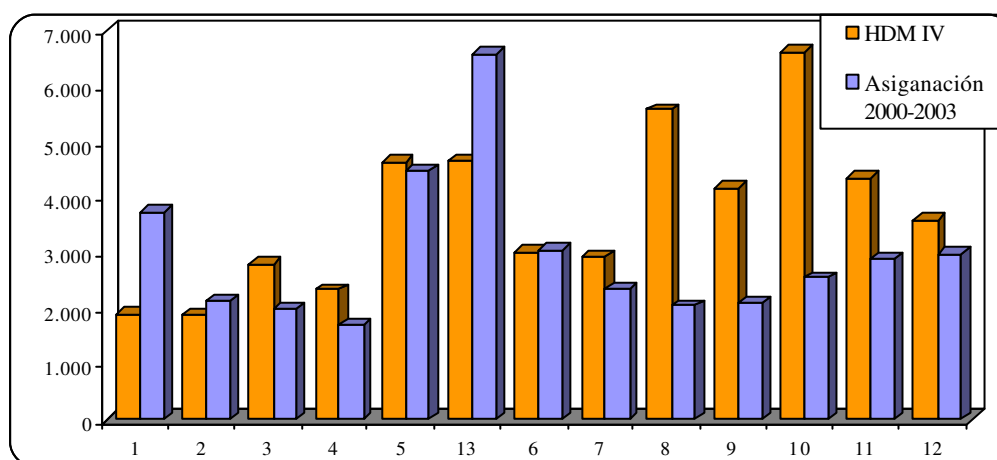
A continuación se presentan montos unitarios de conservación por kms de la red, las cifras se presentan a nivel regional tanto para la situación actual como modelada sin restricción.

CUADRO N° 9.12: MONTO MEDIO DE CONSERVACIÓN ANUAL POR REGIÓN Y CIFRAS UNITARIAS
 POR KM – COMPARACIÓN SITUACIÓN ACTUAL Y MODELADA

Región y Zona del País	Promedio Asignación Actual			Promedio Modelación HDM			Relación Ctos. Unit. Modelo / Actual
	Gasto MMUS\$ / Año	Km Año 2003	Costo Unitario US\$/km	Inversión MMUS\$ / Año	Promedio de km Años 2004-2020	Costo Unitario US\$/km	
1	17,6	4.683	3.758	8,9	4.683	1.900	0,51
2	12,3	5.756	2.139	10,9	5.756	1.894	0,89
3	13,9	7.006	1.980	19,6	7.006	2.798	1,41
4	8,0	4.724	1.690	11,0	4.724	2.328	1,38
Norte	51,8	22.170	3.037	50,4	22.170	2.273	0,75
5	13,8	3.076	4.490	14,3	3.076	4.649	1,04
13	14,5	2.206	6.592	10,3	2.206	4.669	0,71
6	12,3	4.047	3.047	12,2	4.047	3.014	0,99
7	16,9	7.167	2.358	21,0	7.167	2.930	1,24
Centro	57,6	16.496	4.690	57,8	16.496	3.504	0,75
8	23,5	11.434	2.055	63,9	11.434	5.589	2,72
9	25,8	12.219	2.112	50,9	12.219	4.166	1,97
10	26,7	10.402	2.562	69,0	10.402	6.633	2,59
Sur	76,0	34.055	2.584	183,8	34.055	5.397	2,09
11	7,9	2.733	2.888	11,9	2.733	4.355	1,51
12	9,7	3.260	2.991	11,7	3.260	3.589	1,20
Austral	17,6	5.992	3.366	23,6	5.992	3.938	1,17
Total	202,9	78.713	2.578	315,6	78.713	4.009	1,56

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

GRÁFICO N° 9.11: COS TOS UNITARIOS DE CONSERVACIÓN PARA
 EL TOTAL DE KM DE LA RED NACIONAL (US\$/KM)



En términos globales de los resultados de modelo se obtuvo un indicador de 4.009 US\$/km de red, el cual supera en un 1.56 al valor medio de 2.578 US\$/km que resulta de la asignación del período 2000 – 2003. Se observa en ambas series de costos unitarios, fuertes diferencias a nivel regional y por zonas del país, lo cual en gran media es producto de la distribución por tipo de caminos (pavimentados, ripio, tierra, etc.) existente en cada región, los que requieren montos de inversión distintos para su conservación.

9.3 INDICADORES POR ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN Y PROPUESTAS POR TIPO DE CAMINOS

Los resultados anteriormente reportados, corresponden tal como se indicó, a los obtenidos para la política óptima de conservación de caminos pavimentados y no pavimentados. Obteniéndose como resultado global, un gasto medio anual que sobrepasa en un 56% al presupuesto en mantenimiento vial de los últimos 4 años.

De las salidas del modelo, también es posible obtener los resultados de inversión y de rentabilidad para las distintas alternativas de estándar y políticas modeladas, por lo que a partir de dichos resultados parciales, fue posible configura una alternativa de mantenimiento que permita generar montos de inversión más comparables a los actuales, manteniendo estándares mínimos de conservación por tipo de caminos, de modo de no afectar significativamente los indicadores sociales de rentabilidad.

En las secciones siguientes se presentan 3 indicadores de evaluación para cada una de las alternativas modeladas en las distintas configuraciones de tipo de caminos, zona del país, importancia de la ruta y nivel de tránsito. Específicamente se presenta el VAN social por unidad de km, la inversión privada por unidad de km y la relación entre el VAN y la inversión. Cabe observar que el primero de dichos indicadores (VAN Social), es el que utiliza el modelo para la selección de la alternativa óptima, y por tanto corresponde a la alternativa N°1 de acuerdo al modelo (el ordenamiento de cada alternativa se incorpora en la última columna de los cuadros).

Cabe observar sin embargo, que no necesariamente la alternativa óptima generada de la modelación (mayor VAN social), debiera ser recomendada, ya que por un lado, el modelo en su elección no considera en forma explícita el nivel de inversión, cuestión que es de gran importancia para el análisis que se desarrolla, dado a la necesidad de ajustarse a los niveles actuales de presupuestos de conservación. Por tal razón la relación entre el VAN Social y la inversión privada, es un mejor indicador de selección de la alternativa óptima dada las restricciones presupuestarias existentes. Por otro lado, la alternativa óptima que genera el modelo, no necesariamente presenta una adecuada correspondencia respecto a la importancia de la ruta (nacional, regional o comunal), ni la zona del país (norte, centro, sur y austral). Por lo que a través de la óptima del modelo, no es se recoge la necesidad de una mayor exigencia de mantenimiento en las rutas nacionales, y a su vez en las regionales exigir mayores estándares que las comunales.

Por las razones anteriores, se realizaron distintas recomendaciones de estándares mínimos exigidos por tipo de caminos, zona del país, nivel de importancia de la ruta y nivel de tránsito, los cuales representan a continuación.

9.3.1 Caminos de Asfalto

Para los caminos de asfalto, los resultados de la modelación son representativos de 12.911 km de la red vial, agrupados en 36 configuraciones distintas de zona del país, importancia de la ruta y nivel de tránsito. Para cada una de ellas a continuación se presentan las alternativas con mejores indicadores de evaluación, mostrándose los estándares de mantenimiento asociadas, los indicadores de evaluación, su longitud acumulada y la posición se cada alternativa de acuerdo al ordenamiento que realiza el modelo (mayor VAN Social). Así también, se destaca con “**negrilla**” en el cuadro la alternativa recomendada para cada configuración, la cual no siempre corresponde a la óptima según el modelo.

CUADRO N° 9.13: INDICADORES POR ALT. DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ASFALTO

Zona	Importancia	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento				Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	IRI	Agrietamiento	Pérdidas de Áridos	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Norte	Nacional	Muy Alto	A06nc	<4.0	<20%	<40%	1.746,4	75,8	23,04	209	1
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	1.746,2	60,1	29,05	209	2
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	1.746,2	60,1	29,05	209	3
		Alto	A16nc	<6.0	<30%	<40%	543,5	49,3	11,01	814	1
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	542,9	51,2	10,61	814	2
			A08nc	<4.0	<30%	<40%	542,0	57,5	9,42	814	3
		Medio	A06nc	<4.0	<20%	<40%	139,2	52,2	2,67	857	1
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	138,3	49,2	2,81	857	2
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	138,3	49,2	2,81	857	3
	Regional	Bajo	A16nc	<6.0	<30%	<40%	4,1	22,8	0,18	90	1
			A04nc	<3.5	<30%	<40%	1.272,3	47,4	26,82	413	1
			A08nc	<4.0	<30%	<40%	1.272,3	47,4	26,82	413	2
		Muy Alto	A12nc	<5.0	<30%	<40%	1.272,3	46,4	27,44	413	3
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	1.272,3	47,4	26,82	413	4
		Alto	A00nc	<6.0	<30%	<40%	275,5	32,8	8,41	541	1
			A08nc	<4.0	<30%	<40%	214,9	40,7	5,28	541	2
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	214,9	37,1	5,79	541	3
		Medio	A06nc	<4.0	<20%	<40%	214,2	43,6	4,91	541	4
			A00nc	<8.0	<30%	<40%	38,0	35,1	1,08	1.098	1
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	34,9	49,4	0,71	1.098	2
		Bajo	A16nc	<6.0	<30%	<40%	34,9	30,0	1,16	1.098	3
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	0,0	32,6	0,00	579	1
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	0,0	21,1	0,00	15	1
	Comunal	Medio	A16nc	<6.0	<30%	<40%	586,0	35,2	16,66	149	1
		Bajo	A16nc	<6.0	<30%	<40%	0,0	38,7	0,00	304	1
Centro	Nacional	Muy Alto	A05nc	<4.0	<15%	<40%	3.715,1	196,8	18,88	209	1
			A06nc	<4.0	<20%	<40%	3.712,7	196,8	18,86	209	2
			A07nc	<4.0	<25%	<40%	3.712,7	196,8	18,86	209	3
		Alto	A13nc	<6.0	<15%	<40%	105,3	56,1	1,88	90	1
			A14nc	<6.0	<20%	<40%	104,8	51,5	2,04	90	2
			A15nc	<6.0	<25%	<40%	103,9	51,5	2,02	90	3
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	102,3	51,5	1,99	90	4
			A10nc	<5.0	<20%	<40%	101,5	63,2	1,61	90	5
		Medio	A14nc	<6.0	<20%	<40%	0,0	68,6	0,00	46	1

CUADRO N° 9.13: INDICADORES POR ALT. DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ASFALTO

Zona	Importancia	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento				Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	IRI	Agrietamiento	Pérdidas de Áridos	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Centro	Regional	Muy Alto	A07nc	<4.0	<25%	<40%	2.301,5	136,1	16,91	743	1
			A06nc	<4.0	<20%	<40%	2.299,2	135,4	16,99	743	2
			A05nc	<4.0	<15%	<40%	2.298,3	139,1	16,52	743	3
		Alto	A00nc	<6.0	<30%	<40%	162,7	42,5	3,82	977	1
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	160,7	46,0	3,49	977	2
			A11nc	<5.0	<25%	<40%	160,5	47,0	3,42	977	3
			A10nc	<5.0	<20%	<40%	160,4	46,5	3,45	977	4
		Medio	A00nc	<8.0	<30%	<40%	10,6	35,5	0,30	718	1
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	5,2	39,8	0,13	718	2
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	5,2	44,6	0,12	718	3
	Comunal	Muy Alto	A00nc	<6.0	<30%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	1
			A01nc	<3.5	<15%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	2
			A02nc	<3.5	<20%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	3
			A03nc	<3.5	<25%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	4
			A04nc	<3.5	<30%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	5
			A05nc	<4.0	<15%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	6
			A06nc	<4.0	<20%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	7
			A07nc	<4.0	<25%	<40%	4.081,1	49,4	82,62	54	8
		Alto	A00nc	<6.0	<30%	<40%	64,1	37,9	1,69	118	1
			A08nc	<4.0	<30%	<40%	62,4	41,8	1,49	118	2
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	62,4	41,8	1,49	118	3
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	62,4	41,8	1,49	118	4
			A03nc	<3.5	<25%	<40%	61,5	44,5	1,38	118	5
			A07nc	<4.0	<25%	<40%	61,5	44,5	1,38	118	6
			A11nc	<5.0	<25%	<40%	61,5	44,5	1,38	118	7
		Medio	A00nc	<8.0	<30%	<40%	17,3	41,1	0,42	439	1
			A12nc	<5.0	<30%	<40%	12,1	48,7	0,25	439	2
			A16nc	<6.0	<30%	<40%	12,1	48,7	0,25	439	3
		Bajo	A16nc	<6.0	<30%	<40%	11,6	47,7	0,24	91	1
			A00nc	<6.0	<30%	<40%	10,3	46,5	0,22	91	2
			A04nc	<3.5	<30%	<40%	10,2	56,5	0,18	91	3
			A08nc	<4.0	<30%	<40%	10,2	56,5	0,18	91	4
Sur	Nacional	Muy Alto	A04sa	<3.5	<10%	<30%	841,4	198,5	4,24	164	1
			A03sa	<3.5	<25%	<30%	841,4	198,5	4,24	164	2
			A02sa	<3.5	<20%	<30%	841,4	198,5	4,24	164	3
			A01sa	<3.5	<15%	<30%	841,3	198,5	4,24	164	4
		Alto	A00sa	<6.0	<30%	<30%	60,3	181,3	0,33	216	1
			A13sa	<6.0	<15%	<30%	47,3	124,0	0,38	216	2
			A16sa	<6.0	<10%	<30%	47,1	124,0	0,38	216	3
			A15sa	<6.0	<25%	<30%	45,6	124,0	0,37	216	4
			A14sa	<6.0	<20%	<30%	45,1	124,0	0,36	216	5
			A07sa	<4.0	<25%	<30%	45,0	178,3	0,25	216	6
			A06sa	<4.0	<20%	<30%	44,7	178,3	0,25	216	7
		Medio	A00sa	<8.0	<30%	<30%	31,9	167,5	0,19	134	1
			A14sa	<6.0	<20%	<30%	10,8	113,6	0,09	134	2
			A15sa	<6.0	<25%	<30%	10,8	113,6	0,09	134	3
	Regional	Muy Alto	A03sa	<3.5	<25%	<30%	982,8	168,4	5,83	442	1
			A02sa	<3.5	<20%	<30%	982,5	168,7	5,82	442	2
			A01sa	<3.5	<15%	<30%	978,0	175,7	5,57	442	3
			A04sa	<3.5	<10%	<30%	976,1	178,5	5,47	442	4
		Alto	A00sa	<6.0	<30%	<30%	126,5	130,9	0,97	1.193	1
			A07sa	<4.0	<25%	<30%	120,1	130,2	0,92	1.193	2
			A06sa	<4.0	<20%	<30%	119,1	131,6	0,90	1.193	3
			A15sa	<6.0	<25%	<30%	117,6	92,2	1,28	1.193	4
		Medio Bajo	A15sa	<6.0	<25%	<30%	0,2	112,8	0,00	1.473	1
			A15sa	<6.0	<25%	<30%	0,0	82,4	0,00	108	1
	Comunal	Muy Alto	A00sa	<6.0	<30%	<30%	39,8	59,3	0,67	9	1
			A01sa	<3.5	<15%	<30%	39,8	59,3	0,67	9	2
			A02sa	<3.5	<20%	<30%	39,8	59,3	0,67	9	3
			A03sa	<3.5	<25%	<30%	39,8	59,3	0,67	9	4
			A04sa	<3.5	<10%	<30%	39,8	59,3	0,67	9	5

CUADRO N° 9.13: INDICADORES POR ALT. DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ASFALTO

Zona	Importancia	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento				Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	IRI	Agrietamiento	Pérdidas de Áridos	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Sur	Comunal	Alto	A09sa	<5.0	<15%	<30%	353,3	72,8	4,85	75	1
			A10sa	<5.0	<20%	<30%	353,3	70,7	4,99	75	2
			A11sa	<5.0	<25%	<30%	353,3	72,8	4,85	75	3
			A12sa	<5.0	<10%	<30%	352,6	72,8	4,84	75	4
			A14sa	<6.0	<20%	<30%	346,8	70,7	4,90	75	5
			A15sa	<6.0	<25%	<30%	346,8	72,8	4,76	75	6
Austral	Nacional	Medio	A15sa	<6.0	<25%	<30%	0,0	98,0	0,00	339	1
		Bajo	A15sa	<6.0	<25%	<30%	0,0	70,7	0,00	70	1
			A00sa	<6.0	<30%	<30%	131,8	169,7	0,78	14	1
			A11sa	<5.0	<25%	<30%	130,1	136,3	0,96	14	2
			A10sa	<5.0	<20%	<30%	129,5	136,3	0,95	14	3
		Alto	A09sa	<5.0	<15%	<30%	128,8	171,1	0,75	14	4
			A10sa	<5.0	<20%	<30%	80,6	137,2	0,59	48	1
			A09sa	<5.0	<15%	<30%	80,3	137,2	0,59	48	2
			A12sa	<5.0	<10%	<30%	79,9	137,2	0,58	48	3
		Bajo	A15sa	<6.0	<25%	<30%	0,0	140,5	0,00	52	1
	Regional	Medio	A15sa	<6.0	<25%	<30%	0,0	136,7	0,00	20	1

Nota: Todas las alternativas consideran como estándar un ahuellamiento <15 mm., mantención rutinaria de Asfalto y no se permiten baches ni exudación.

Sintetizando la información del cuadro anterior, se obtienen los siguientes estándares de conservación para la caminos de asfalto.

CUADRO N° 9.14: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE ASFALTO

Alter.	IRI	Agrietamiento	Pérdida Áridos	Ahuella miento	Baches (*)	Exudación (*)	Importancia de la Ruta	Zona	Nivel de Tránsito	Longitud (km)
A01sa	<3.5	<15%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Nacional	Sur	Muy Alto	164
A02sa	<3.5	<20%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Regional	Sur	Muy Alto	442
A03sa	<3.5	<25%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Comunal	Sur	Muy Alto	9
A06nc	<4.0	<20%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Nacional	Centro	Muy Alto	209
A07nc	<4.0	<25%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Reg. y Com.	Centro	Muy Alto	797
A06sa	<4.0	<20%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Nac. y Reg.	Sur	Alto	1.410
A12nc	<5.0	<30%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Nac. y Reg.	Norte	Alto y Muy Alto	1.978
A10nc	<5.0	<20%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Nac. y Reg.	Centro	Alto	1.067
A11nc	<5.0	<25%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Comunal	Centro	Alto	118
A11sa	<5.0	<25%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Comunal	Sur	Alto	75
A09sa	<5.0	<15%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Nacional	Austral	Alto	14
A10sa	<5.0	<20%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Nacional	Austral	Medio	48
A16nc	<6.0	<30%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Nac. y Reg.	Norte	Medio y Bajo	2.624
A16nc	<6.0	<30%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Comunal	Norte	Alto, Medio y Bajo	467
A16nc	<6.0	<30%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Reg. y Com.	Centro	Medio y Bajo	1.247
A14nc	<6.0	<20%	<40%	<15 mm	N/P	N/P	Nacional	Centro	Medio	46
A14sa	<6.0	<20%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Nacional	Sur	Medio	134
A15sa	<6.0	<25%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Reg. y Com.	Sur	Medio y Bajo	1.990
A15sa	<6.0	<25%	<30%	<15 mm	N/P	N/P	Reg. y Com.	Austral	Medio y Bajo	72

Nota: Todas las alternativas consideran anualmente mantención rutinaria de caminos de Asfalto.

No se permiten (N/P) Baches ni Exudación en ninguna de las alternativas.

En primer término se encuentran 3 tipologías de caminos de la zona sur del país con tránsito definido como Muy Alto (TMDA mayor a 3.000 veh/día), los que concentran el 5% del total de km de asfalto. En ellos se recomienda un IRI menor a 3.5 –el modelo arrojó los mejores indicadores en dicho nivel–, agrietamientos entre un 15% y 25% de acuerdo a la importancia de la ruta, pérdida de áridos del 30% y ahuellamiento menor a 15 mm.

En segundo término, para exigencias de IRI menores a 4.0, se encuentran 2.416 km de caminos que representan el 19% del total. Ello corresponden a caminos de tránsito Muy Alto de la zona centro del país, como también de tránsito Alto (TMDA entre 1.200 y 3.000 veh/día) de la zona sur, de importancia nacional y regional. Los niveles de agrietamientos máximos permitidos se encuentran entre un 20% y un 25%, mientras que las pérdidas de áridos se encuentran en umbrales del 30% (zona sur) y 40% zona norte.

Para exigencias de IRI menor a 5.0 se encuentra el 26% de la red asfaltada. En dicho nivel aparecen los caminos de la zona norte de importancia nacional y regional, y de tránsito alto y muy alto. Así también se encuentran los caminos de tránsito alto de la zona centro, independiente de la importancia de la ruta, como también los de la zona sur de importancia comunal.

Por último, para los caminos de nivel de tránsito Medio (TMDA entre 300 y 1.200 veh/día) y Bajo (TMDA menor a 300 veh/día), se plantea un umbral de IRI del 6%; para tránsito alto, sólo se propuso dicho umbral de IRI en los caminos comunales de la zona norte. En ellos se plantea además umbrales de agrietamientos entre un 20% y 30% de acuerdo a la importancia de la ruta, pérdida de áridos del 30% ó 40% de acuerdo a la zona y ahuellamiento menor a 15 mm en todos los casos.

9.3.2 Caminos de Hormigón

Los km de caminos de hormigón alcanzan los 1.848, agrupados de en 22 configuraciones distintas de zona del país, importancia de la ruta y nivel de tránsito. A continuación se presentan los indicadores de la modelación para las principales alternativas de conservación, junto a los estándares o umbrales de mantenimiento asociadas. Al igual que para el caso de los caminos de asfalto, se destaca con **“negrilla”** la alternativa recomendada para cada configuración.

CUADRO N° 9.15: INDICADORES DE EVALUACIÓN POR ALTERNATIVA DEMANTENIMIENTO DE CAMINOS DE HORMIGÓN

Zona	Importancia	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento			Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	IRI	Agrietamiento	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Norte	Nacional	Muy Alto	H03	<4.0	100% al 20%	382,5	68,4	5,59	28	1
			H02	<4.0	60% al 20%	370,8	68,4	5,42	28	2
			H06	<4.0	100% al 40%	357,8	68,3	5,24	28	3
			H05	<4.0	60% al 40%	349,7	68,3	5,12	28	4
	Regional	Muy Alto	H03	<4.0	100% al 20%	126,4	67,6	1,87	30	1
			H02	<4.0	60% al 20%	123,8	67,7	1,83	30	2
			H01	<4.0	20% al 20%	119,4	67,8	1,76	30	3
			H06	<4.0	100% al 40%	115,3	67,6	1,71	30	4
Centro	Nacional	Muy Alto	H02	<4.0	60% al 20%	238,0	82,9	2,87	121	1
			H03	<4.0	100% al 20%	237,3	87,4	2,72	121	2
			H01	<4.0	20% al 20%	233,5	83,0	2,82	121	3
			H06	<4.0	100% al 40%	231,2	97,6	2,37	121	4
		Alto	H01	<4.0	20% al 20%	0,6	68,4	0,01	15	1
			H02	<4.0	60% al 20%	0,6	68,4	0,01	15	2
			H03	<4.0	100% al 20%	0,6	68,4	0,01	15	3
			H04	<4.0	20% al 40%	0,6	68,4	0,01	15	4
			H05	<4.0	60% al 40%	0,6	68,4	0,01	15	5
			H06	<4.0	100% al 40%	0,6	68,4	0,01	15	6
	Regional	Muy Alto	H03	<4.0	100% al 20%	355,0	68,1	5,21	398	1
			H02	<4.0	60% al 20%	350,4	68,2	5,14	398	2
			H06	<4.0	100% al 40%	337,1	71,1	4,74	398	3
			H01	<4.0	20% al 20%	335,9	68,3	4,92	398	4
		Alto	H03	<4.0	100% al 20%	34,8	66,0	0,53	105	1
			H02	<4.0	60% al 20%	34,7	66,0	0,53	105	2
			H01	<4.0	20% al 20%	34,6	66,0	0,52	105	3
			H06	<4.0	100% al 40%	34,5	66,0	0,52	105	4
		Medio	H01	<4.0	20% al 20%	20,0	60,0	0,33	14	1
			H02	<4.0	60% al 20%	20,0	60,0	0,33	14	2
			H03	<4.0	100% al 20%	20,0	60,0	0,33	14	3
			H04	<4.0	20% al 40%	20,0	60,0	0,33	14	3
			H12	<5.0	100% al 40%	1,9	42,7	0,04	14	4
	Comunal	Muy Alto	H05	<4.0	60% al 40%	460,1	123,8	3,72	10	1
			H02	<4.0	60% al 20%	453,3	106,7	4,25	10	2
			H06	<4.0	100% al 40%	451,9	106,5	4,24	10	3
			H04	<4.0	20% al 40%	442,6	106,7	4,15	10	4
		Medio	H12	<5.0	100% al 40%	0,0	57,9	0,00	29	1
			Bajo	H18	<6.0	100% al 40%	0,0	53,8	0,00	41
Sur	Nacional	Muy Alto	H02	<4.0	60% al 20%	393,6	144,7	2,72	117	1
			H03	<4.0	100% al 20%	393,5	144,7	2,72	117	2
			H05	<4.0	60% al 40%	393,5	146,6	2,68	117	3
		Alto	H01	<4.0	20% al 20%	77,2	162,2	0,48	13	1
			H02	<4.0	60% al 20%	77,2	162,2	0,48	13	2
			H03	<4.0	100% al 20%	77,2	162,2	0,48	13	3
			H04	<4.0	20% al 40%	77,2	162,2	0,48	13	4
			H05	<4.0	60% al 40%	77,2	162,2	0,48	13	5
	Regional	Muy Alto	H06	<4.0	100% al 40%	77,2	162,2	0,48	13	6
			H06	<4.0	100% al 40%	462,1	108,2	4,27	203	1
			H05	<4.0	60% al 40%	455,5	108,2	4,21	203	2
		Alto	H02	<4.0	60% al 20%	455,0	108,3	4,20	203	3
			H03	<4.0	100% al 20%	52,1	77,5	0,67	50	1
			H02	<4.0	60% al 20%	50,8	77,6	0,65	50	2
		Medio	H06	<4.0	100% al 40%	48,9	77,5	0,63	50	3
			H04	<4.0	20% al 40%	12,5	67,3	0,19	44	1
			H05	<4.0	60% al 40%	12,5	67,3	0,19	44	2
			H06	<4.0	100% al 40%	12,5	67,3	0,19	44	3
			H01	<4.0	20% al 20%	12,5	67,3	0,19	44	4
H02	<4.0	60% al 20%	12,5	67,3	0,19	44	4			
H12	<5.0	100% al 40%	0,0	61,9	0,00	44	5			

CUADRO N° 9.15: INDICADORES DE EVALUACIÓN POR ALTERNATIVA DEMANTENIMIENTO DE CAMINOS DE HORMIGÓN

Zona	Importancia	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento			Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	IRI	Agrietamiento	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Sur	Comunal	Alto	H01	<4.0	20% al 20%	20,9	140,3	0,15	10	1
			H02	<4.0	60% al 20%	20,9	140,3	0,15	10	2
			H03	<4.0	100% al 20%	20,9	140,3	0,15	10	3
Austral	Nacional	Muy Alto	H01	<4.0	20% al 20%	4,5	71,8	0,06	13	1
			H02	<4.0	60% al 20%	4,5	71,8	0,06	13	2
			H03	<4.0	100% al 20%	4,5	71,8	0,06	13	3
		Alto	H06	<4.0	100% al 40%	0,0	69,7	0,00	97	1
		Medio	H12	<5.0	100% al 40%	0,0	55,9	0,00	248	1
		Bajo	H12	<5.0	100% al 40%	0,0	54,0	0,00	82	1
	Regional	Medio	H12	<5.0	100% al 40%	0,0	57,5	0,00	163	1
		Bajo	H18	<6.0	100% al 40%	0,0	54,9	0,00	14	1

Nota: Todas las alternativas consideran los siguientes estándares: Escalonamiento: <10 mm; Reemplazo de Drenes: Año 10; Sello de Juntas: Cada 2 Años, no se permiten baches y Mantenición Rutinaria de Hormigón.

Tal como se muestra en el cuadro siguiente, en caminos de hormigón, se plantean las mayores exigencias en caminos de nacionales y de tránsito Muy Alto, como también para ese mismo nivel de tránsito en los caminos regionales de la zona sur. Los que en total suman 677 km de red, representando así el 37% del total. El estándar contempla un IRI menor a 4.0, reemplazo de losas del 100% al alcanzarse un agrietamiento del 20%, escalonamiento menor al 10 mm, reemplazo de drenes en el año 10 y sello de juntas cada 2 años, además de la conservación rutinaria anual.

CUADRO N° 9.16: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE HORMIGÓN

Alter.	IRI	Agrietamiento	Escalonamiento	Reemplazo Drenes	Sello de Juntas	Baches (*)	Tipo	Zona	Nivel de Tránsito	Long. (km)
H03	<4.0	100% al 20%	<10 mm	Año 10	C/ 2 Años	N/P	Nacional	Todas	Muy Alto	279
H03	<4.0	100% al 20%	<10 mm	Año 10	C/ 2 Años	N/P	Regional	Centro	Muy Alto	398
H06	<4.0	100% al 40%	<10 mm	Año 10	C/ 2 Años	N/P	Reg. y Com.	Todas	Muy Alto	244
H06	<4.0	100% al 40%	<10 mm	Año 10	C/ 2 Años	N/P	Nac. y Reg.	Todas	Alto	291
H12	<5.0	100% al 40%	<10 mm	Año 10	C/ 2 Años	N/P	Todas	Todas	Medio	497
H12	<5.0	100% al 40%	<10 mm	Año 10	C/ 2 Años	N/P	Nacional	Todas	Bajo	82
H18	<6.0	100% al 40%	<10 mm	Año 10	C/ 2 Años	N/P	Reg. y Com.	Todas	Bajo	56

Nota: Todas las alternativas consideran anualmente mantención rutinaria de caminos de hormigón.

No se permiten (N/P) Baches en ninguna de las alternativas.

En segundo término se encuentran 535 km de caminos (29%), donde también se exige un IRI menor a 4.0, pero con reemplazo de losas para el 40% de agrietamiento, además de los umbrales de escalonamiento, reemplazo de drenes y sello de juntas indicados anteriormente. En este nivel se encuentran los caminos regionales y comunales de tránsito Muy Alto, como también los nacionales y regionales de tránsito Alto.

El umbral de IRI de 5.0 se propone en los caminos de tránsito medio, como también en los nacionales de tránsito bajo; ellos concentran el 579 km (31% del total). Por último, estén sólo 56 km regionales y comunales de tránsito bajo, donde se consideró un umbral de IRI del 6%.

9.3.3 Caminos de Ripio

En el cuadro siguiente se presentan los resultados de la modelación para las 24 configuraciones de caminos de ripio, las que suman 34.074 km de camino.

CUADRO N° 9.17: INDICADORES DE EVALUACIÓN POR ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE RIPIO

Zona	Tipo	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento				Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	Perdida de Material	Reperfilado por Pasadas veh.	Cambio de Estándar (TMDA)	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Norte	Nacional y Regional	Alto	GR09	<50mm	>2000	>200 (Capro)	1.074,6	40,9	26,27	62	1
			GR05	<50mm	>2000		979,7	58,2	16,83	62	2
			GR06	<50mm	>4000		979,7	58,2	16,83	62	3
		Medio	GR09	<50mm	>2000	>200 (Capro)	404,2	39,6	10,20	276	1
			GR05	<50mm	>2000		314,3	47,3	6,64	276	2
			GR06	<50mm	>4000		313,5	45,1	6,96	276	3
		Bajo	GR05	<50mm	>2000		45,5	25,2	1,81	292	1
			GR06	<50mm	>4000		45,1	22,6	2,00	292	2
			GR07	<50mm	>6000		44,4	21,7	2,04	292	3
	Comunal	Alto	GR09	<50mm	>2000	>200 (Capro)	1.339,0	40,9	32,74	314	1
			GR01	<25mm	>2000		1.195,1	39,6	30,16	314	2
			GR02	<25mm	>4000		1.195,1	39,6	30,16	314	3
		Medio	GR01	<25mm	>2000		304,1	39,2	7,77	491	1
			GR02	<25mm	>4000		303,1	36,9	8,21	491	2
			GR05	<50mm	>2000		299,9	46,8	6,41	491	3
			GR03	<25mm	>6000		299,7	33,2	9,04	491	4
			GR08	<50mm	>8000		291,5	38,7	7,54	491	5
			GR07	<50mm	>6000		53,2	22,8	2,34	3.213	1
		Bajo	GR01	<25mm	>2000		48,7	24,0	2,03	3.213	2
			GR02	<25mm	>4000		48,1	24,0	2,00	3.213	3
			GR03	<25mm	>6000		47,3	20,6	2,30	3.213	4
			GR08	<50mm	>8000		45,5	22,1	2,06	3.213	5
	Centro	Nacional y Regional	GR09	<50mm	>2000	>200 (Capro)	1.150,5	45,0	25,57	564	1
			GR05	<50mm	>2000		1.033,3	61,7	16,76	564	2
			GR07	<50mm	>6000		1.033,0	62,3	16,58	564	3
		Medio	GR09	<50mm	>2000	>200 (Capro)	326,8	42,3	7,73	218	1
			GR05	<50mm	>2000		289,0	45,6	6,34	218	2
			GR08	<50mm	>8000		280,6	39,3	7,15	218	3
		Bajo	GR07	<50mm	>6000		0,0	21,6	0,00	36	1
		Comunal	GR09	<50mm	>2000	>200 (Capro)	1.071,6	45,2	23,71	1.077	1
			GR01	<25mm	>2000		974,0	43,7	22,28	1.077	2
			GR02	<25mm	>4000		974,0	43,7	22,28	1.077	3
		Medio	GR09	<50mm	>2000	>200 (Capro)	461,4	39,0	11,83	1.918	1
			GR01	<25mm	>2000		302,5	43,1	7,02	1.918	2
			GR02	<25mm	>4000		301,7	40,9	7,37	1.918	3
			GR08	<50mm	>8000		291,5	40,6	7,17	1.918	4
		Bajo	GR01	<25mm	>2000		67,1	30,6	2,19	1.765	1
			GR02	<25mm	>4000		66,5	27,4	2,43	1.765	2
			GR05	<50mm	>2000		65,9	32,5	2,03	1.765	3
			GR08	<50mm	>8000		63,5	27,1	2,35	1.765	4

CUADRO N° 9.17: INDICADORES DE EVALUACIÓN POR ALTERNATIVA DEMANTENIMIENTO DE CAMINOS DE RIPIO

Zona	Tipo	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento				Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	Perdida de Material	Reperfilado por Pasadas veh.	Cambio de Estándar (TMDA)	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Sur	Nacional y Regional	Alto	GR12sa	<50mm	>8000	>300 (DTS)	996,4	219,6	4,54	1.278	1
			GR05	<50mm	>2000		970,0	67,4	14,39	1.278	2
			GR06	<50mm	>4000		970,0	67,4	14,39	1.278	3
		Medio	GR05	<50mm	>2000		261,4	53,0	4,94	1.016	1
			GR06	<50mm	>4000		261,2	51,4	5,09	1.016	2
			GR08	<50mm	>8000		256,6	45,4	5,65	1.016	3
		Bajo	GR06	<50mm	>4000		79,8	38,8	2,06	203	1
			GR05	<50mm	>2000		79,5	44,0	1,81	203	2
			GR07	<50mm	>6000		79,0	37,1	2,13	203	3
	Comunal	Alto	GR01	<25mm	>2000		759,9	52,1	14,59	1.477	1
			GR02	<25mm	>4000		759,9	52,1	14,59	1.477	2
			GR03	<25mm	>6000		759,9	52,1	14,59	1.477	3
			GR07	<50mm	>6000		759,9	64,5	11,78	1.477	4
		Medio	GR01	<25mm	>2000		243,9	50,8	4,80	4.504	1
			GR02	<25mm	>4000		243,4	48,7	5,00	4.504	2
			GR05	<50mm	>2000		242,5	52,8	4,59	4.504	3
			GR08	<50mm	>8000		237,3	44,6	5,32	4.504	4
		Bajo	GR01	<25mm	>2000		41,8	37,9	1,10	11.092	1
			GR02	<25mm	>4000		41,5	34,9	1,19	11.092	2
			GR03	<25mm	>6000		40,8	33,8	1,21	11.092	3
			GR08	<50mm	>8000		39,1	35,2	1,11	11.092	4
Austral	Nacional y Regional	Alto	GR12sa	<50mm	>8000	>300 (DTS)	901,5	219,6	4,10	56	1
			GR05	<50mm	>2000		895,1	50,9	17,57	56	2
			GR06	<50mm	>4000		893,1	53,9	16,57	56	3
		Medio	GR11	<50mm	>6000	<200 (Estab)	286,9	40,6	7,06	1.205	1
			GR05	<50mm	>2000		216,7	47,5	4,56	1.205	2
			GR06	<50mm	>4000		215,6	46,2	4,67	1.205	3
		Bajo	GR05	<50mm	>2000		46,8	38,7	1,21	1.466	1
			GR06	<50mm	>4000		46,1	35,9	1,28	1.466	2
			GR07	<50mm	>6000		45,5	34,8	1,31	1.466	3
	Comunal	Alto	GR01	<25mm	>2000		648,6	49,8	13,03	71	1
			GR02	<25mm	>4000		648,6	49,8	13,03	71	2
			GR07	<50mm	>6000		648,6	51,6	12,56	71	3
		Medio	GR01	<25mm	>2000		264,8	47,7	5,55	104	1
			GR02	<25mm	>4000		264,7	46,6	5,68	104	2
			GR05	<50mm	>2000		264,6	48,3	5,48	104	3
			GR06	<50mm	>4000		263,4	48,4	5,44	104	4
			GR08	<50mm	>8000		259,6	42,9	6,05	104	5
		Bajo	GR01	<25mm	>2000		25,9	36,3	0,71	1.376	1
			GR02	<25mm	>4000		25,5	34,1	0,75	1.376	2
			GR05	<50mm	>2000		25,2	37,3	0,68	1.376	3
			GR03	<25mm	>6000		25,0	33,4	0,75	1.376	4
			GR08	<50mm	>8000		23,4	34,8	0,67	1.376	5

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados
 Las alternativas de Cambio de Estándar a CAPRO consideran Sello de Grietas Cada 4 Años.
 Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

Para caminos nacionales y regionales de la zona sur y austral, se propone cambio de estándar a doble tratamiento superficial al superar un TMDA de 300 veh/día (tránsito alto). A su vez, se propone cambio de estándar a CAPRO, en caminos de la zona norte y centro, a momento de superarse un TMDA de 200 veh/día. Se recomienda entonces cambio de estándar de 3.845 km de caminos de ripio, los que representan el 11% del total.

En caminos nacionales y regionales de tránsito medio (entre 100 y 300 veh/día), se propone como umbral una pérdida de árido de menor a 50 mm, reperfilado cada 4000 pasadas y mantención rutinaria anual de no pavimentados. En caminos nacionales y regionales de tránsito bajo (menor a 100 veh/día), como también en comunales de tránsito alto, se proponen los mismos umbrales anteriores, con la diferencia de reperfilado cada 6000 pasadas.

El 72% de los km de ripio, se encuentran en el último nivel propuesto, que agrupa a los caminos comunales de tránsito medio y bajo, donde la exigencia del reperfinado es para las 8000 pasadas, y un umbral de pérdida de material de 50 mm..

CUADRO N° 9.18: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE RIPIO

Alter-nativa	Perdida de Material	Reperfilado Según Pasadas de Vehículos	Cambio de Estándar (TMDA)	Tipo	Zona	Nivel de Tránsito	Longitud (km)
GR12	<50mm	>6000	>300 (DTS)	Nac. y Reg.	Sur y Austral	Alto	1.334
GR09	<50mm	>6000	>200 (CAPRO)	Nac. y Reg.	Norte y Centro	Alto y Medio	1.120
GR09	<50mm	>6000	>200 (CAPRO)	Comunal	Norte y Centro	Alto	1.391
GR06	<50mm	>4000		Nac. y Reg.	Sur y Austral	Medio	2.221
GR07	<50mm	>6000		Nac. y Reg.	Todas	Bajo	1.996
GR07	<50mm	>6000		Comunal	Sur y Austral	Alto	1.548
GR08	<50mm	>8000		Comunal	Todas	Medio y Bajo	24.463

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados
 Las alternativas de Cambio de Estándar a CAPRO consideran Sello de Grietas Cada 4 Años.
 Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8

9.3.4 Caminos de Tierra

Los caminos de tierra acumulan una longitud de 27.573 km. distribuidos en 16 configuraciones distintas de zona del país, importancia de la ruta y nivel de tránsito. A continuación se presentan los indicadores de la modelación para las principales alternativas de conservación, junto a los estándares o umbrales de mantenimiento asociadas. Al igual que para los casos anteriores se destaca con **“negrilla”** la alternativa recomendada para cada configuración.

CUADRO N° 9.19: INDICADORES POR ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE TIERRA

Zona	Tipo	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento				Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	Perdida de Material	Reperfilado por Pasadas veh.	Cambio de Estándar (TMDA)	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Norte	Nacional y Regional	Alto	T07	<50mm	>6000	>200 (Capro)	1.409,1	40,9	34,45	70	1
			T12	<50mm	>6000	>300 (DTS)	1.379,2	120,4	11,46	70	2
			T03	<50mm	>6000	>100 (Ripio)	1.223,1	70,3	17,40	70	3
		Medio	T04	<50mm	>8000	>100 (Ripio)	256,4	45,2	5,67	148	1
			T03	<50mm	>6000	>100 (Ripio)	233,6	58,9	3,96	148	2
		Bajo	Base				0,0	6,8	0,00	423	1
	Comunal	Alto	T05	<25mm	>6000	>200 (Capro)	1.385,5	40,9	33,87	86	1
			T12	<50mm	>6000	>300 (DTS)	1.352,1	129,5	10,44	86	2
			T01	<25mm	>6000	>100 (Ripio)	1.184,3	56,2	21,08	86	3
			T02	<25mm	>8000	>100 (Ripio)	1.184,3	56,2	21,08	86	4
		Medio	T02	<25mm	>8000	>100 (Ripio)	295,1	42,7	6,92	709	1
			T04	<50mm	>8000	>100 (Ripio)	295,0	47,0	6,27	709	2
			T01	<25mm	>6000	>100 (Ripio)	250,8	78,9	3,18	709	3
			T03	<50mm	>6000	>100 (Ripio)	250,6	80,0	3,13	709	4
		Bajo	Base				0,0	6,8	0,00	9.431	1
Centro	Nacional y Regional	Medio	T04	<50mm	>8000	>100 (Ripio)	324,5	51,9	6,25	72	1
		Medio	T03	<50mm	>6000	>100 (Ripio)	297,6	106,5	2,79	72	2
		Bajo	Base				0,0	10,9	0,00	37	1
	Comunal	Alto	T05	<25mm	>6000	>200 (Capro)	1.080,0	40,3	26,81	518	1
			T12	<50mm	>6000	>300 (DTS)	1.043,1	130,8	7,98	518	2
			T01	<25mm	>6000	>100 (Ripio)	948,8	58,4	16,24	518	3
		Medio	T02	<25mm	>8000	>100 (Ripio)	290,3	45,7	6,36	1.534	1
			T04	<50mm	>8000	>100 (Ripio)	248,6	44,4	5,60	1.534	2
		Bajo	Base				0,0	10,9	0,00	3.868	1
Sur	Comunal	Alto	T03	<50mm	>6000	>100 (Ripio)	775,4	68,2	11,37	104	1
			T04	<50mm	>8000	>100 (Ripio)	775,2	68,1	11,37	104	2
			T01	<25mm	>6000	>100 (Ripio)	774,8	63,6	12,19	104	3
		Medio	T04	<50mm	>8000	>100 (Ripio)	242,0	52,5	4,61	794	1
			T02	<25mm	>8000	>100 (Ripio)	241,8	50,7	4,77	794	2
			T01	<25mm	>6000	>100 (Ripio)	236,9	68,0	3,48	794	3
			T03	<50mm	>6000	>100 (Ripio)	236,6	69,9	3,39	794	4
		Bajo	Base				0,0	20,0	0,00	8.831	1
Austral	Nac. Reg. Com.	Bajo	Base				0,0	20,0	0,00	149	1
		Bajo	Base				0,0	20,0	0,00	800	1

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados
 Las alternativas de Cambio de Estándar a CAPRO consideran Sello de Grietas Cada 4 Años.
 Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

En los caminos de tierra, se propone cambio de estándar a CAPRO en las rutas de la zona norte y centro de tránsito alto (mayor a 300 veh/día), los que representan el 2% del total. El cambio de estándar a ripio, se propone en el 12% de los caminos de tierra, correspondientes a los comunales de la zona sur de tránsito alto, como también a la totalidad de los caminos de tránsito medio. Por último en los caminos de tierra de tránsito inferior a los 100 veh/día, que representan el 85% del total, se propone sólo mantención rutinaria, ya que las distintas alternativas modeladas arrojaron un VAN Social negativo.

CUADRO N° 9.21: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE TIERRA

Alternativa	Perdida de Material	Reperfilado Según Pasadas de Vehículos	Cambio de Estándar (TMDA)	Tipo	Zona	Nivel de Tránsito	Longitud (km)
T07	<50mm	>6000	>200 (CAPRO)	Nacional y Regional	Norte	Alto	70
T05	<25mm	>6000	>200 (CAPRO)	Comunal	Norte y Centro	Alto	604
T03	<50mm	>6000	>100 (RIPIO)	Comunal	Sur	Alto	104
T04	<50mm	>8000	>100 (RIPIO)	Todas	Todas	Medio	3.257
Base				Todas	Todas	Bajo	23.538

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

Las alternativas de Cambio de Estándar a CAPRO consideran Sello de Grietas Cada 4 Años.

Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

9.3.5 Caminos de Capa de Protección

Para los 983 km de caminos de capa de protección, se obtuvieron los siguientes indicadores por alternativa.

CUADRO N° 9.22: INDICADORES EVALUACIÓN POR ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE CAPA DE PROTECCIÓN

Zona	Tipo	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento			Indicadores de Evaluación			Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	Sello Granular	Cambio de Estándar (TMDA)	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Norte	Nacional y Regional	Alto	CP2	cada 4 años	>300 (DTS)	245,6	112,1	2,19	52	1
			CP1	cada 4 años		242,3	45,0	5,38	52	2
		Medio	CP1	cada 4 años		16,6	45,0	0,37	40	1
	Comunal	Alto	CP1	cada 4 años		119,9	45,0	2,66	25	1
			CP2	cada 4 años	>300 (DTS)	92,4	131,2	0,70	25	2
		Medio	CP1	cada 4 años		18,1	45,0	0,40	28	1
Centro	Nacional y Regional	Alto	CP2	cada 4 años	>300 (DTS)	591,0	168,0	3,52	47	1
			CP1	cada 4 años		217,2	49,1	4,42	47	2
		Medio	CP1	cada 4 años		16,3	49,1	0,33	23	1
	Comunal	Alto	CP2	cada 4 años	>300 (DTS)	275,3	122,6	2,25	237	1
			CP1	cada 4 años		197,4	49,1	4,02	237	2
		Medio	CP1	cada 4 años		8,4	49,1	0,17	231	1
Sur	Comunal	Bajo	CP1	cada 4 años		0,0	49,1	0,00	132	1
		Alto	CP2	cada 4 años	>300 (DTS)	490,4	229,0	2,14	44	1
			CP1	cada 4 años		356,2	58,2	6,12	44	2
		Bajo	CP1	cada 4 años		10,0	58,2	0,17	12	1

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

Se propone cambio de estándar a doble tratamiento para el 39% de los caminos, correspondiente a la totalidad de los caminos de tránsito alto, con la sola excepción de los comunales de la zona norte. Para estos últimos, como también para las rutas de tránsito medio y bajo, se propone un sello granular cada 4 años y mantención rutinaria anual.

CUADRO N° 9.23: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE CAPA DE PROTECCIÓN

Alternativa	Sello Granular	Cambio de Estándar (TMDA)	Tipo	Zona	Nivel de Tránsito	Longitud (km)
CP2	Cada 4 años	>300 (DTS)	Nacional y Regional	Todas	Alto	100
CP2	Cada 4 años	>300 (DTS)	Comunal	Centro y Sur	Alto	281
CP1	Cada 4 años		Comunal	Norte	Alto	25
CP1	Cada 4 años		Todas	Todas	Medio y Bajo	577

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

9.3.6 Caminos de Grava Estabilizadas

Los caminos de grava estabilizada concentran un total de 1.325 km, obteniéndose para ellos los resultados que se muestran en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 9.24: INDICADORES DE EVALUACIÓN POR ALTERNATIVA DEMANTENIMIENTO DE CAMINOS DE GRAVA ESTABILIZADA

Zona	Tipo	Nivel de Tránsito	Estándares de Mantenimiento			Indicadores de Evaluación				Longitud Km	Posición Según Modelo
			Alternativa	Perdida de Material (Recebo)	Perfil Long.	Cambio de Estándar (TMDA)	VAN MUS/km	Inversión MUS/km	VAN/INV		
Norte	Nacional y Regional	Alto	EST2	cada 3 años	cada 3 años	>300 (DTS)	753,3	119,3	6,31	53	1
		Alto	EST1	cada 3 años	cada 3 años		205,5	79,2	2,59	53	2
		Medio	EST1	cada 3 años	cada 3 años		108,1	81,5	1,33	239	1
		Bajo	EST1	cada 3 años	cada 3 años		1,0	72,7	0,01	169	1
	Comunal	Alto	EST2	cada 3 años	cada 3 años	>300 (DTS)	689,5	131,2	5,25	48	1
		Alto	EST1	cada 3 años	cada 3 años		199,9	81,9	2,44	48	2
		Medio	EST1	cada 3 años	cada 3 años		116,0	81,6	1,42	325	1
		Bajo	EST1	cada 3 años	cada 3 años		14,3	69,2	0,21	438	1
Sur	Comunal	Alto	EST2	cada 3 años	cada 3 años	>300 (DTS)	508,1	229,0	2,22	20	1
			EST1	cada 3 años	cada 3 años		195,3	74,5	2,62	39	2
		Bajo	EST1	cada 3 años	cada 3 años		0,0	20,0	0,00	19	1
Austral	Nacional y Regional	Medio	EST1	cada 3 años	cada 3 años		120,4	93,6	1,29	14	1

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

En este tipo de caminos, se propone un doble tratamiento superficial para niveles de tránsito superiores a los 300 veh/día. Para niveles menores de tránsito, se propone recebo y reperfilado cada 3 años.

CUADRO N° 9.25: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE CAMINOS DE GRAVA ESTABILIZADA

Alternativa	Perdida de Material (Recebo)	Perfil Longitudinal	Cambio de Estándar (TMDA)	Tipo de Camino	Zona	Nivel de Tránsito	Longitud (km)
EST2	cada 3 años	cada 3 años	>300 (DTS)	Todos	Todas	Alto	121
EST1	cada 3 años	cada 3 años		Todos	Todas	Medio y Bajo	1.204

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

9.4 NIVELES DE GASTOS PARA LAS ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS

9.4.1 Gastos de Medios en Mejoramiento y Conservación Vial

En función de las propuestas de alternativas de mantenimiento vial planteadas en el acápite anterior, se determinaron los gastos medios de conservación asociados, para el período de evaluación del modelo (2004-2013).

Para las distintas configuraciones de caminos, en el cuadro siguiente se presentan los gastos medios anuales resultantes para las alternativas medias propuestas. Específicamente se indica la alternativa recomendada en cada caso, la existencia o no de cambio de estándar y los montos medios totales, de mejoramiento y de conservación obtenidos.

CUADRO N° 9.26: GASTO MEDIO ANUAL POR TIPO DE CAMINO, IMPORTANCIA, ZONA Y TRÁNSITO - ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS (CIFRAS EN MM US\$/AÑO)

Carpeta	Tipo de Ruta	Zona	Nivel de Tránsito	Monto Total (1)	Monto Manten. (2)	Monto Mejor. (3)	Km	Alternativa	Cambio de Estándar
Asfalto	Nacional	Norte	Alto	4,2	4,2	0,0	814	A12nc	
Asfalto	Nacional	Norte	Bajo	0,2	0,2	0,0	90	A16nc	
Asfalto	Nacional	Norte	Medio	4,2	4,2	0,0	857	A16nc	
Asfalto	Nacional	Norte	Muy Alto	1,3	1,3	0,0	209	A12nc	
Asfalto	Nacional	Centro	Alto	0,6	0,6	0,0	90	A10	
Asfalto	Nacional	Centro	Medio	0,3	0,3	0,0	46	A14	
Asfalto	Nacional	Centro	Muy Alto	4,1	3,5	0,7	209	A06	
Asfalto	Nacional	Sur	Alto	3,9	3,9	0,0	216	A06	
Asfalto	Nacional	Sur	Medio	1,5	1,5	0,0	134	A14	
Asfalto	Nacional	Sur	Muy Alto	3,2	3,2	0,0	164	A01	
Asfalto	Nacional	Austral	Alto	0,2	0,2	0,0	14	A09	
Asfalto	Nacional	Austral	Bajo	0,7	0,7	0,0	52	A15	
Asfalto	Nacional	Austral	Medio	0,7	0,7	0,0	48	A10	
Asfalto	Regional	Norte	Alto	2,0	2,0	0,0	541	A12nc	
Asfalto	Regional	Norte	Bajo	1,9	1,9	0,0	579	A16nc	
Asfalto	Regional	Norte	Medio	3,3	3,3	0,0	1.098	A16nc	
Asfalto	Regional	Norte	Muy Alto	1,9	1,9	0,0	413	A12nc	
Asfalto	Regional	Centro	Alto	4,5	4,5	0,0	977	A10	
Asfalto	Regional	Centro	Medio	2,9	2,9	0,0	718	A16nc	
Asfalto	Regional	Centro	Muy Alto	10,1	9,7	0,4	743	A07	
Asfalto	Regional	Sur	Alto	15,7	15,7	0,0	1.193	A06	
Asfalto	Regional	Sur	Bajo	0,9	0,9	0,0	108	A15	
Asfalto	Regional	Sur	Medio	16,6	16,6	0,0	1.473	A15	
Asfalto	Regional	Sur	Muy Alto	7,5	7,5	0,0	442	A02	
Asfalto	Regional	Austral	Medio	0,3	0,3	0,0	20	A15	
Asfalto	Comunal	Norte	Alto	0,0	0,0	0,0	15	A16nc	
Asfalto	Comunal	Norte	Bajo	1,2	1,2	0,0	304	A16nc	
Asfalto	Comunal	Norte	Medio	0,5	0,5	0,0	149	A16nc	
Asfalto	Comunal	Centro	Alto	0,5	0,5	0,0	118	A11	
Asfalto	Comunal	Centro	Bajo	0,4	0,4	0,0	91	A16nc	
Asfalto	Comunal	Centro	Medio	2,1	2,1	0,0	439	A16nc	
Asfalto	Comunal	Centro	Muy Alto	0,3	0,3	0,0	54	A07	
Asfalto	Comunal	Sur	Alto	0,5	0,5	0,0	75	A11	
Asfalto	Comunal	Sur	Bajo	0,5	0,5	0,0	70	A15	
Asfalto	Comunal	Sur	Medio	3,3	3,3	0,0	339	A15	
Asfalto	Comunal	Sur	Muy Alto	0,1	0,1	0,0	9	A03	

CUADRO N° 9.26: GASTO MEDIO ANUAL POR TIPO DE CAMINO, IMPORTANCIA, ZONA Y TRÁNSITO -
 ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS (CIFRAS EN MM US\$/AÑO)

Carpeta	Tipo de Ruta	Zona	Nivel de Tránsito	Monto Total (1)	Monto Manten. (2)	Monto Mejor. (3)	Km	Alternativa	Cambio de Estándar
Hormigón	Nacional	Norte	Muy Alto	0,2	0,2	0,0	28	H03	
Hormigón	Nacional	Centro	Alto	0,1	0,1	0,0	15	H06	
Hormigón	Nacional	Centro	Muy Alto	1,1	1,1	0,0	121	H03	
Hormigón	Nacional	Sur	Alto	0,2	0,2	0,0	13	H06	
Hormigón	Nacional	Sur	Muy Alto	1,7	1,7	0,0	117	H03	
Hormigón	Nacional	Austral	Alto	0,7	0,7	0,0	97	H06	
Hormigón	Nacional	Austral	Bajo	0,4	0,4	0,0	82	H12	
Hormigón	Nacional	Austral	Medio	1,4	1,4	0,0	248	H12	
Hormigón	Nacional	Austral	Muy Alto	0,1	0,1	0,0	13	H03	
Hormigón	Regional	Norte	Muy Alto	0,2	0,2	0,0	30	H06	
Hormigón	Regional	Centro	Alto	0,7	0,7	0,0	105	H06	
Hormigón	Regional	Centro	Medio	0,1	0,1	0,0	14	H12	
Hormigón	Regional	Centro	Muy Alto	2,7	2,7	0,0	398	H03	
Hormigón	Regional	Sur	Alto	0,4	0,4	0,0	50	H06	
Hormigón	Regional	Sur	Medio	0,3	0,3	0,0	44	H12	
Hormigón	Regional	Sur	Muy Alto	2,2	2,2	0,0	203	H06	
Hormigón	Regional	Austral	Bajo	0,1	0,1	0,0	14	H18	
Hormigón	Regional	Austral	Medio	0,9	0,9	0,0	163	H12	
Hormigón	Comunal	Centro	Bajo	0,2	0,2	0,0	41	H18	
Hormigón	Comunal	Centro	Medio	0,2	0,2	0,0	29	H12	
Hormigón	Comunal	Centro	Muy Alto	0,1	0,1	0,0	10	H06	
Hormigón	Comunal	Sur	Alto	0,1	0,1	0,0	10	H02	
Ripio	Nacional	Sur	Alto	1,8	1,1	0,77	84	GR12sa	Asfalto
Ripio	Nacional	Sur	Bajo	0,1	0,1	0,0	32	GR07	
Ripio	Nacional	Sur	Medio	0,8	0,8	0,0	183	GR06	
Ripio	Nacional	Austral	Alto	1,2	0,7	0,52	56	GR12sa	Asfalto
Ripio	Nacional	Austral	Bajo	0,9	0,9	0,0	249	GR07	
Ripio	Nacional	Austral	Medio	2,5	2,5	0,0	553	GR06	
Ripio	Regional	Norte	Alto	0,3	0,2	0,1	62	GR09	CAPRO
Ripio	Regional	Norte	Bajo	0,6	0,6	0,0	292	GR07	
Ripio	Regional	Norte	Medio	1,1	0,8	0,3	276	GR09	CAPRO
Ripio	Regional	Centro	Alto	2,5	1,9	0,6	564	GR09	CAPRO
Ripio	Regional	Centro	Bajo	0,1	0,1	0,0	36	GR07	
Ripio	Regional	Centro	Medio	0,9	0,7	0,2	218	GR09	CAPRO
Ripio	Regional	Sur	Alto	26,2	15,2	11,03	1.194	GR12sa	Asfalto
Ripio	Regional	Sur	Bajo	0,6	0,6	0,0	171	GR07	
Ripio	Regional	Sur	Medio	4,4	4,4	0,0	832	GR06	
Ripio	Regional	Austral	Bajo	4,2	4,2	0,0	1.217	GR07	
Ripio	Regional	Austral	Medio	3,0	3,0	0,0	653	GR06	
Ripio	Comunal	Norte	Alto	1,3	0,9	0,3	314	GR09	CAPRO
Ripio	Comunal	Norte	Bajo	7,1	7,1	0,0	3.213	GR08	
Ripio	Comunal	Norte	Medio	1,9	1,9	0,0	491	GR08	
Ripio	Comunal	Centro	Alto	4,9	3,7	1,2	1.077	GR09	CAPRO
Ripio	Comunal	Centro	Bajo	4,8	4,8	0,0	1.765	GR08	
Ripio	Comunal	Centro	Medio	7,8	7,8	0,0	1.918	GR08	
Ripio	Comunal	Sur	Alto	9,5	9,5	0,0	1.477	GR07	
Ripio	Comunal	Sur	Bajo	39,0	39,0	0,0	11.092	GR08	
Ripio	Comunal	Sur	Medio	20,1	20,1	0,0	4.504	GR08	
Ripio	Comunal	Austral	Alto	0,4	0,4	0,0	71	GR07	
Ripio	Comunal	Austral	Bajo	4,8	4,8	0,0	1.376	GR08	
Ripio	Comunal	Austral	Medio	0,4	0,4	0,0	104	GR08	
Tierra	Regional	Norte	Alto	0,3	0,2	0,1	70	T07	CAPRO
Tierra	Regional	Norte	Bajo	0,3	0,3	0,0	423	Base	
Tierra	Regional	Norte	Medio	0,7	0,3	0,3	148	T04	Ripio
Tierra	Regional	Centro	Bajo	0,0	0,0	0,0	37	Base	
Tierra	Regional	Centro	Medio	0,4	0,2	0,2	72	T04	Ripio
Tierra	Regional	Austral	Bajo	0,3	0,3	0,0	149	Base	
Tierra	Comunal	Norte	Alto	0,4	0,3	0,1	86	T05	CAPRO

CUADRO N° 9.26: GASTO MEDIO ANUAL POR TIPO DE CARPETA, IMPORTANCIA, ZONA Y TRÁNSITO - ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS (CIFRAS EN MM US\$/AÑO)

Carpeta	Tipo de Ruta	Zona	Nivel de Tránsito	Monto Total (1)	Monto Manten. (2)	Monto Mejor. (3)	Km	Alternativa	Cambio de Estándar
Tierra	Comunal	Norte	Bajo	6,4	6,4	0,0	9.431	Base	
Tierra	Comunal	Norte	Medio	3,3	1,8	1,5	709	T04	Ripio
Tierra	Comunal	Centro	Alto	2,1	1,5	0,6	518	T05	CAPRO
Tierra	Comunal	Centro	Bajo	4,2	4,2	0,0	3.868	Base	
Tierra	Comunal	Centro	Medio	6,8	3,5	3,3	1.534	T04	Ripio
Tierra	Comunal	Sur	Alto	0,7	0,5	0,2	104	T03	Ripio
Tierra	Comunal	Sur	Bajo	17,6	17,6	0,0	8.831	Base	
Tierra	Comunal	Sur	Medio	4,2	2,4	1,7	794	T04	Ripio
Tierra	Comunal	Austral	Bajo	1,6	1,6	0,0	800	Base	
CAPRO	Regional	Norte	Alto	0,6	0,1	0,48	52	CP2	Asfalto
CAPRO	Regional	Norte	Medio	0,2	0,2	0,0	40	CP1	
CAPRO	Regional	Centro	Alto	0,8	0,4	0,44	47	CP2	Asfalto
CAPRO	Regional	Centro	Medio	0,1	0,1	0,0	23	CP1	
CAPRO	Comunal	Norte	Alto	0,1	0,1	0,0	25	CP1	
CAPRO	Comunal	Norte	Bajo	0,5	0,5	0,0	110	CP1	
CAPRO	Comunal	Norte	Medio	0,1	0,1	0,0	28	CP1	
CAPRO	Comunal	Centro	Alto	2,9	0,7	2,19	237	CP2	Asfalto
CAPRO	Comunal	Centro	Bajo	0,7	0,7	0,0	132	CP1	
CAPRO	Comunal	Centro	Medio	1,1	1,1	0,0	231	CP1	
CAPRO	Comunal	Sur	Alto	1,0	0,6	0,40	44	CP2	Asfalto
CAPRO	Comunal	Sur	Bajo	0,1	0,1	0,0	12	CP1	
ESTAB	Regional	Norte	Alto	0,6	0,1	0,49	53	EST2	Asfalto
ESTAB	Regional	Norte	Bajo	1,2	1,2	0,0	169	EST1	
ESTAB	Regional	Norte	Medio	1,9	1,9	0,0	239	EST1	
ESTAB	Regional	Austral	Medio	0,1	0,1	0,0	14	EST1	
ESTAB	Comunal	Norte	Alto	0,6	0,2	0,44	48	EST2	Asfalto
ESTAB	Comunal	Norte	Bajo	3,0	3,0	0,0	438	EST1	
ESTAB	Comunal	Norte	Medio	2,7	2,7	0,0	325	EST1	
ESTAB	Comunal	Sur	Alto	0,5	0,3	0,19	20	EST2	Asfalto
ESTAB	Comunal	Sur	Bajo	0,0	0,0	0,0	19	EST1	
Total				337,9	309,1	28,8	78.713		

Notas: (1) Corresponde al monto total medio anual resultante del modelo para la alternativa recomendada
 (2) Corresponde al monto medio anual de conservación de los caminos para la alternativa recomendada
 (3) Corresponde al monto medio anual de mejoramiento de los caminos para la alternativa recomendada

En síntesis, y tal como se muestra a continuación, las alternativas de mantenimiento recomendadas, generan un gasto medio anual que asciende a los 337.9 millones de US\$ para los 10 años de análisis (2004-2013).

CUADRO N° 9.27: GASTO MEDIO ANUAL POR TIPO DE CARPETAS PARA LAS ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS (MMUS\$/AÑO)

Carpeta	Km	Monto Total	Monto Mantención	Monto Mejoramiento
Asfalto	12.911	102,2	101,1	1,1
Hormigón	1.848	14,1	14,1	0,0
Ripio	34.074	153,4	138,4	15,1
Tierra	27.573	49,3	41,3	8,0
Capa de Protección	983	8,2	3,8	3,5
Grava Estabilizada	1.325	10,7	9,6	1,1
Total	78.713	337,9	309,1	28,8

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada.

Del monto total anual resultante, el 9% corresponde a gastos de mejoramiento de los caminos, los cuales en mayor medida se relacionan a cambios de estándar de ripio a doble

tratamiento y de tierra a ripio. Ello puede apreciarse en el cuadro siguiente, donde además se indica la cantidad de km intervenidos por actividad de mejoramiento; de esto último se observa que en el período, se incrementan los caminos pavimentados en 1.835 km., como también se incrementan en 2.805 km las capas de protección.

CUADRO N° 9.28: GASTO DE MEJORAMIENTO (MMUS\$)

Mejoramientos	Km	% de Km	Inversión	% de Inversión
Ampliación de Calzadas	44	1%	10,9	4%
Cambio de Estándar de CAPRO a DTS	380	5%	35,1	12%
Cambio de Estándar de Estabilizado a DTS	121	1%	11,2	4%
Cambio de Estándar de Ripio a DTS	1.334	16%	123,3	43%
Cambio de Estándar de Ripio a Capro	2.511	30%	27,4	10%
Cambio de Estándar de Tierra a Capro	674	8%	7,4	3%
Cambio de Estándar de Tierra a Ripio	3.361	40%	72,9	25%
Total	8.425	100%	288,2	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada.

El cambio de estándar de los caminos no pavimentados, principalmente se concentra en las rutas con un nivel de tránsito clasificado como alto –mayor a los 300 veh/día–. En el cuadro siguiente se muestran los km de no pavimentados de tránsito alto, que presentan y no algún tipo de mejoramiento al cabo de los 10 años.

CUADRO N° 9.29: TIPO DE MEJORAMIENTO EN RUTAS NO PAVIMENTADAS DE TRÁNSITO ALTO

Carpeta Actual	Tipo de Ruta	Zona	Km	Cambio Estándar a DTS	Cambio Estándar a CAPRO	SIN Cambio de Estándar
CAPRO	Regional	Norte	52	SI		
CAPRO	Regional	Centro	47	SI		
CAPRO	Comunal	Norte	25			SI
CAPRO	Comunal	Centro	237	SI		
CAPRO	Comunal	Sur	44	SI		
ESTAB	Regional	Norte	53	SI		
ESTAB	Comunal	Norte	48	SI		
ESTAB	Comunal	Sur	20	SI		
Ripio	Nacional	Sur	84	SI		
Ripio	Nacional	Austral	56	SI		
Ripio	Regional	Norte	62		SI	
Ripio	Regional	Centro	564		SI	
Ripio	Regional	Sur	1.194	SI		
Ripio	Comunal	Norte	314		SI	
Ripio	Comunal	Centro	1.077		SI	
Ripio	Comunal	Sur	1.477			SI
Ripio	Comunal	Austral	71			SI
Tierra	Regional	Norte	70		SI	
Tierra	Comunal	Norte	86		SI	
Tierra	Comunal	Centro	518		SI	
Tierra	Comunal	Sur	104			SI

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada.

Tal como se muestra en el cuadro anterior, en las Capas de Protección y Gravas Estabilizadas, el cambio de estándar a DTS involucra al 95% de las rutas con tránsito

superior a los 300 veh/día, toda vez que el mejoramiento se recomienda en 501 km del total de 526 km.

En lo que respecta a los caminos de ripio y tierra que en la actualidad presentan un tránsito mayor a los 300 veh/día (5.677 km), pasan 1.334 km a Doble Tratamiento al cabo de los 10 años de análisis, mientras que otros 2.691 km cambian de estándar a Capa de Protección. Con lo anterior, el 71% de los caminos de ripio y tierra con tránsito clasificado como alto, presentarían un mejoramiento al menos a Capa de Protección en el horizonte de 10 años. Los 1.652 km restantes (29% del total), corresponden a caminos de la zona sur y austral de importancia comunal, donde la alternativa de cambio de estándar a CAPRO no fue analizada, y su opción de mejoramiento a DTS no resultó la más conveniente del punto de vista social.

Por otro lado, en lo que respecta al gasto en conservación vial, la cifra media anual resultante para los 10 años de análisis es de 309.1 MMUS\$/año, la cual si bien es menor a la resultante de la optimización del modelo (315.6 MMUS\$/año), supera en un porcentaje cercano al 52% a la asignación media de los últimos 4 años.

9.4.2 Factores de Corrección por Cobertura Media Anual

A continuación se presentan un ejercicio orientado reducir el gasto recomendado de conservación de calzada, restringiendo la cobertura de conservación de la red vial. En efecto, de no mediar un incremento importante para los próximos años del presupuesto actual de conservación de calzada, no es posible aplicar en el 100% de la red los estándares de mantenimiento recomendados con anterioridad, por lo que se debe prever que un porcentaje de la red no sería intervenida anualmente. Es por ello que se ha decidido corregir los montos de conservación rutinaria en los factores que se muestran en el cuadro siguiente. Dichos factores indican por ejemplo, que en la zona norte la conservación rutinaria se llevaría a cabo en el 33% de la red no pavimentada de bajo tránsito, mientras que en la red pavimentada se cubriría el 50% de los caminos de tránsito medio y bajo.

CUADRO N° 9.30: FACTORES DE CORRECCIÓN DE GASTOS EN MANTENCIÓN RUTINARIA

Tipo	Zona	Nivel de Tránsito	Rutas Nacional	Rutas Regional y Comunal
Caminos No Pavimentados	Norte	Bajo	-	33%
		Medio y Alto	-	50%
	Centro, Sur y Austral	Bajo	50%	50%
		Medio y Alto	66%	66%
Caminos Pavimentados	Norte	Bajo y Medio	100%	50%
		Alto y Muy Alto	100%	66%
	Centro, Sur y Austral	Todos	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Los factores fueron generados bajo la lógica de permitir una menor cobertura en los caminos no pavimentados, en los localizados en la zona norte, en los comunales y rurales y en los de menor nivel de tránsito. Es por ello que se observan factores entre un 33% –no pavimentados de la zona norte de tránsito bajo– y un 100% –pavimentado nacionales–. Con la aplicación de dichos factores, se genera entonces una menor cobertura media anual de conservación rutinaria de los caminos; cabe observar que el resto de las actividades de conservación, no fueron corregidas con los factores reportados, por lo que en ellas la cobertura anual es de un 100%.

En el cuadro siguiente se muestra los km pavimentados y no pavimentados que en promedio anualmente tendrían conservación rutinaria; ello tanto para la situación de la alternativa recomendada, es decir el 100% de la red, como para la alternativa corregida.

CUADRO N° 9.31: COMPARACIÓN DE KMS MEDIOS ANUALES DE CONSERVACIÓN RUTINARIA PARA LAS ALTERNATIVAS CON Y SIN REDUCCIÓN DE CONSERVACIÓN RUTINARIA

Región	Km Anuales de Mantención Rutinaria Alt. Recomendadas			Km Anuales de Mantención Rutinaria Alt. Corregida			Relación Porcentual Corregido V/S Recomendado		
	Pavim.	No Pav.	Total	Pavim.	No Pav.	Total	Pavim.	No Pav.	Total
1	1.470	3.213	4.683	1.122	1.073	2.194	76%	33%	47%
2	1.741	4.016	5.756	1.251	1.345	2.596	72%	33%	45%
3	1.132	5.874	7.006	856	2.250	3.106	76%	38%	44%
4	923	3.802	4.724	585	1.392	1.977	63%	37%	42%
Norte	5.265	16.905	22.170	3.813	6.060	9.873	72%	36%	45%
5	1.201	1.875	3.076	1.201	1.108	2.308	100%	59%	75%
13	1.023	1.184	2.206	1.023	743	1.766	100%	63%	80%
6	1.040	3.007	4.047	1.040	1.708	2.748	100%	57%	68%
7	1.210	5.956	7.167	1.210	3.441	4.651	100%	58%	65%
Centro	4.474	12.022	16.496	4.474	7.000	11.474	100%	58%	70%
8	2.042	9.392	11.434	2.042	5.027	7.069	100%	54%	62%
9	1.558	10.661	12.219	1.558	5.750	7.308	100%	54%	60%
10	2.269	8.133	10.402	2.269	4.600	6.870	100%	57%	66%
Sur	5.869	28.186	34.055	5.869	15.378	21.247	100%	55%	62%
11	328	2.405	2.733	328	1.353	1.681	100%	56%	62%
12	474	2.785	3.260	474	1.466	1.940	100%	53%	60%
Austral	802	5.190	5.992	802	2.819	3.621	100%	54%	60%
Total	16.411	62.303	78.713	14.959	31.257	46.215	91%	50%	59%

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada y factores de corrección de conservación rutinaria.

Se observa que en promedio, anualmente se lograría realizar la conservación rutinaria en un 59% de la red nacional, con un porcentaje que alcanza el 50% en la red no pavimentada y del 91% de la red pavimentada. Las cifras a nivel de regiones del país son bastante semejantes, con la excepción de la menor cobertura de los caminos no pavimentados de la zona norte (36% del total) y la mayor cobertura de los caminos pavimentados de la zonas centro a la austral (100% del total).

9.4.3 Gasto Medio en Conservación Corregido

En el cuadro y gráficos siguiente se muestra el efecto de la corrección en términos del gasto medio anual, es así como se observa una reducción global del 15% del gasto, porcentaje que en caminos pavimentados es de sólo el 2%, mientras que en los no pavimentados se incrementa al 25%. A nivel de regiones del país, la reducción del gasto por efecto de la menor cobertura de mantención rutinaria, presenta variaciones extremas del 9% (caminos de la zona central) y 20% (variación para los caminos de la zona norte del país).

CUADRO N° 9.32: COMPARACIÓN DEL GASTO MEDIO ANUAL POR REGIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS CON Y SIN REDUCCIÓN DE CONSERVACIÓN RUTINARIA

Región	Gasto Medio Anual Alt. Recomendadas (MMUS/Año)			Gasto Medio Anual Corregido (MMUS/Año)			Relación Porcentual Corregido V/S Recomendado		
	Pavim.	No Pav.	Total	Pavim.	No Pav.	Total	Pavim.	No Pav.	Total
1	6,4	3,0	9,3	5,6	1,5	7,1	88%	51%	76%
2	7,2	4,9	12,1	6,2	3,0	9,2	86%	62%	76%
3	4,7	15,3	19,9	4,1	12,8	16,9	87%	84%	85%
4	3,3	7,6	10,8	2,5	5,9	8,5	78%	78%	78%
Norte	21,5	30,7	52,2	18,4	23,3	41,7	86%	76%	80%
5	11,7	5,2	16,9	11,7	4,4	16,1	100%	84%	95%
13	7,4	3,7	11,2	7,4	3,2	10,7	100%	87%	96%
6	5,3	7,3	12,5	5,3	5,9	11,1	100%	81%	89%
7	6,5	14,1	20,7	6,5	11,4	17,9	100%	81%	87%
Centro	30,9	30,4	61,3	30,9	24,9	55,8	100%	82%	91%
8	24,3	28,3	52,6	24,3	19,6	43,9	100%	69%	83%
9	15,4	35,2	50,6	15,4	25,4	40,8	100%	72%	81%
10	35,8	32,1	67,9	35,8	25,0	60,8	100%	78%	90%
Sur	75,5	95,6	171,1	75,5	70,0	145,4	100%	73%	85%
11	3,4	9,1	12,4	3,4	7,0	10,3	100%	77%	83%
12	2,9	9,2	12,1	2,9	6,6	9,5	100%	72%	78%
Austral	6,2	18,3	24,5	6,2	13,6	19,8	100%	74%	81%
Total	134,2	174,9	309,1	131,1	131,7	262,8	98%	75%	85%

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada y factores de corrección de conservación rutinaria.

GRÁFICO N° 9.12: GASTOS MEDIOS ANUALES – ALT. SIN CORRECCIÓN DE CONS. RUTINARIA

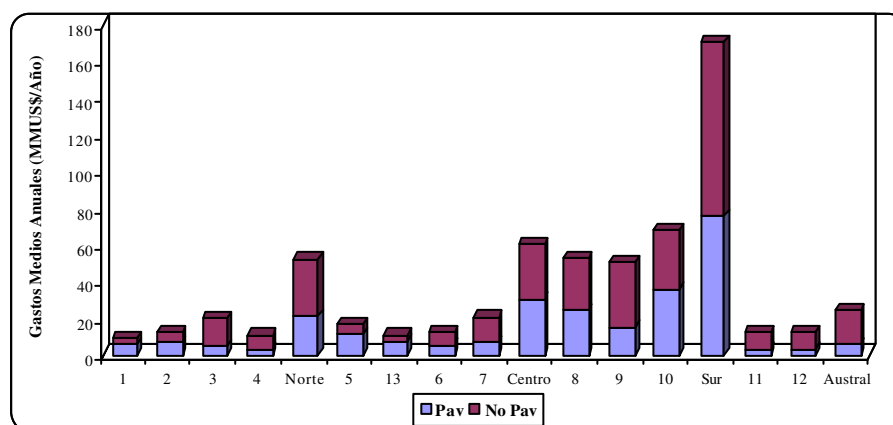
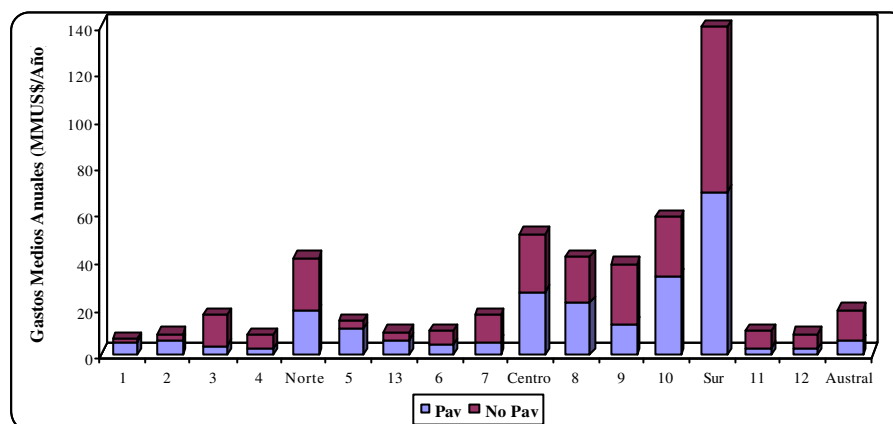


GRÁFICO N° 9.13: GASTOS MEDIOS ANUALES – ALT. CON CORRECCIÓN DE CONS. RUTINARIA



A continuación se muestran los gastos medios anuales por actividades de conservación vial de caminos pavimentados y no pavimentados. En primer términos se destaca que sólo las actividades de conservación rutinaria presentan una variación con respecto al gasto medio; lo cual es consistente con lo indicado con anterioridad, en el sentido de que las actividades de conservación periódica no fueron corregidas.

En los caminos pavimentados las actividades de conservación rutinaria explican el 34% del gasto total una vez aplicado los factores de menor cobertura, porcentaje que en rutas no pavimentadas es del 47%. En los pavimentados la actividad de recapado es la más relevante, explicando el 45% del gasto total, mientras que en los no pavimentados, la actividad de recebo por sí sola concentra el 46% del gasto.

CUADRO N° 9.33: GASTO MEDIO ANUAL POR ACTIVIDAD – CAMINOS PAVIMENTADOS (MMUS\$/AÑO)

Tipo	Actividad	Alternativa Sin Corrección de Conservación Rutinaria				Alternativa Con Corrección de Conservación Rutinaria				Variación
		2004-08	2009-13	Media	%	2004-08	2009-13	Media	%	
Rutinaria	Rutinaria Asfalto	40,3	41,5	40,9	30%	37,2	38,4	37,8	29%	92%
	Rutinaria Hormigón	6,4	6,4	6,4	5%	6,4	6,4	6,4	5%	100%
	Subtotal	46,7	47,9	47,3	35%	43,6	44,8	44,2	34%	93%
Periódica	Recapado	36,0	81,6	58,8	44%	36,0	81,6	58,8	45%	100%
	Slurry	18,2	13,3	15,7	12%	18,2	13,3	15,7	12%	100%
	Cepillado	5,0	3,8	4,4	3%	5,0	3,8	4,4	3%	100%
	Correc. Per. Áridos	7,6	1,2	4,4	3%	7,6	1,2	4,4	3%	100%
	Sello Granular	0,1	0,6	0,3	0%	0,1	0,6	0,3	0%	100%
	Sello Asf. De Juntas	2,6	3,9	3,2	2%	2,6	3,9	3,2	2%	100%
	Reemplazo de Losas	0,0	0,0	0,0	0%	0,0	0,0	0,0	0%	100%
	Bacheo	0,0	0,0	0,0	0%	0,0	0,0	0,0	0%	100%
	Reemplazo drenes	0,0	0,0	0,0	0%	0,0	0,0	0,0	0%	100%
	Subtotal	69,4	104,3	86,9	65%	69,4	104,3	86,9	66%	100%
Total		116,1	152,2	134,2	100%	113,0	149,1	131,1	100%	98%

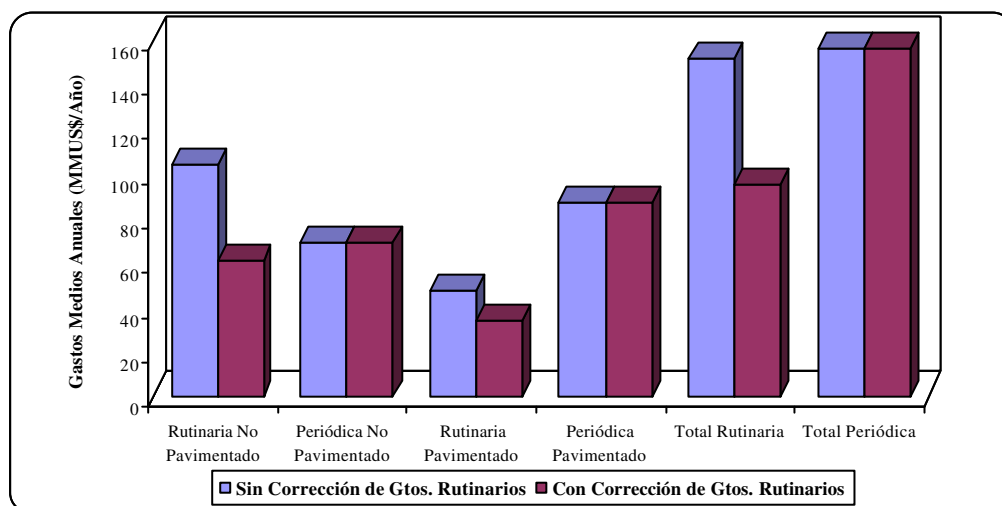
Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada y factores de corrección de conservación rutinaria.

CUADRO N° 9.34: GASTO MEDIO ANUAL POR ACTIVIDAD – CAMINOS NO PAV. (MM US\$/AÑO)

Tipo	Actividad	Alternativa Sin Corrección de Conservación Rutinaria				Alternativa Con Corrección de Conservación Rutinaria				Variación
		2004-08	2009-13	Media	%	2004-08	2009-13	Media	%	
Rutinaria	Rut. No Pav.	88,7	87,3	88,0	50%	46,5	45,6	46,1	35%	52%
	Reperfilado	12,0	14,8	13,4	8%	12,0	14,8	13,4	10%	100%
	Rutinaria CAPRO	3,0	3,7	3,3	2%	1,8	2,3	2,1	2%	62%
	Subtotal	103,7	105,8	104,8	60%	60,4	62,7	61,5	47%	59%
Periódica	Recebo	62,8	59,6	61,2	35%	62,8	59,6	61,2	46%	100%
	Sello Granul. Capro	9,4	8,5	9,0	5%	9,4	8,5	9,0	7%	100%
	Subtotal	72,2	68,1	70,1	40%	72,2	68,1	70,1	53%	100%
Total		175,9	174,0	174,9	100%	132,5	130,9	131,7	100%	90%

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada y factores de corrección de conservación rutinaria.

GRÁFICO N° 9.14: GASTOS MEDIOS ANUALES DE ACTIVIDADES RUTINARIAS Y PERIÓDICAS



En lo que respecta al impacto sobre los beneficios que genera la no conservación rutinaria del 100% de la red, es un análisis que no es posible de realizar a partir de los resultados del modelo, ya que éste no le estima beneficios sociales a tal actividad de conservación, dado que asume que no impacta en el nivel de servicio de la calzada. La conservación rutinaria para el modelo es una actividad que sólo impacta en los costos, aplicándola anualmente tanto en la política base, como en cada una de las alternativas de mantenimiento analizadas; ello a partir de un gasto unitario por km previamente definido.

No obstante lo anterior, el sacrificar anualmente la conservación rutinaria de una fracción de la red puede incidir en la seguridad de los usuarios y en el estado global de los caminos; es por ello, que la corrección de cobertura propuesta se orientó principalmente a los caminos no pavimentados de bajo tránsito (TMDA menor a 100 veh/día), los que concentran el 56% de la red vial no concesionada del país. Por otro lado, tal vez en algunas regiones es necesario realizar anualmente ciertas actividades de la conservación rutinaria,

como es el caso del saneamiento de las obras de artes, pero otras, como la limpieza de señales y de fajas, puedan ser diferidas en el tiempo, de modo de que en el global anualmente se reduzcan los montos de conservación rutinaria por km.

9.4.4 Detalle de Resultados a Nivel Regional y Tipo de Camino

A continuación se presenta un mayor detalle de los gastos medios estimados, reportándose a nivel regional, los valores medios anuales por tipo de carpeta, tipo de actividad (rutinaria y periódica) y escenario de análisis (con y sin corrección de conservación rutinaria).

En primer lugar en el cuadro siguiente se indican los gastos medios de conservación periódica, el cual no presenta variación entre los dos escenarios analizados. Las cifra total para los distintos tipos de caminos alcanza los 157.0 millones de US\$ por año, representando así el 51% del gasto total en la alternativa sin corrección de conservación rutinaria, y el 60% del total en el escenario en que se reduce la cobertura de conservación rutinaria. Por tipo de caminos, destacan los montos en conservación de ripio y asfalto, ya que en conjunto explican el 85% del gasto total de las actividades de conservación periódicas.

CUADRO N° 9.35: GASTO MEDIO ANUAL DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA POR REGIÓN Y TIPO DE CAMINO – CIFRAS EN MILLONES DE US\$/AÑO

Región	Asfalto	Hormigón	Capa de Protección	Grava Estabilizada	Ripio	Tierra	Total
1	3,3	0,0	0,3	0,0	0,3	0,1	4,0
2	3,5	0,0	0,2	0,2	1,5	0,2	5,6
3	2,2	0,0	0,3	7,5	1,9	0,9	12,9
4	1,0	0,2	0,0	0,5	3,8	0,3	5,8
5	7,2	0,9	1,1	0,0	1,1	0,8	11,0
6	2,2	0,3	0,0	0,0	3,1	0,3	5,9
7	2,5	0,5	0,0	0,0	6,4	0,3	9,8
8	10,7	2,6	0,5	0,0	10,6	0,3	24,7
9	6,0	0,7	0,0	0,2	14,4	0,2	21,4
10	22,3	0,1	0,0	0,0	17,6	0,1	40,1
11	1,2	0,5	0,0	0,0	3,6	0,0	5,2
12	0,2	1,0	0,0	0,1	2,8	0,0	4,2
13	3,3	0,8	0,7	0,0	0,9	0,8	6,5
Total	65,6	7,6	3,1	8,5	67,9	4,3	157,0
%	42%	5%	2%	5%	43%	3%	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada.

En lo que respecta a la conservación rutinaria, ésta representa el 49% del gasto total en mantenimiento, en el escenario en que no existe corrección por cobertura, reduciendo su participación al 40% del total en la alternativa en que se aplican los factores de corrección.

Para ambas alternativas se presentan a continuación, los resultados por región y tipo de caminos.

CUADRO N° 9.36: GASTO MEDIO ANUAL DE CONSERVACIÓN RUTINARIA POR REGIÓN Y TIPO DE CAMINO – CIFRAS EN MILLONES DE US\$/AÑO

Región	Asfalto	Hormigón	Capa de Protección	Grava Estabilizada	Ripio	Tierra	Total
Alternativa SIN Corrección de Conservación Rutinaria							
1	3,1	0,0	0,1	0,0	0,2	2,0	5,4
2	3,6	0,0	0,0	0,1	0,9	1,8	6,5
3	2,1	0,0	0,2	0,8	1,0	2,9	7,1
4	1,8	0,2	0,0	0,0	1,8	1,1	5,0
5	2,1	0,9	0,9	0,0	0,7	1,4	5,9
6	2,4	0,3	0,0	0,0	2,1	1,8	6,6
7	3,0	0,5	0,0	0,0	4,3	3,2	10,9
8	4,8	1,1	0,2	0,0	10,8	11,1	27,9
9	3,9	0,4	0,0	0,1	17,8	6,9	29,2
10	6,0	0,1	0,0	0,0	19,7	2,0	27,8
11	0,4	0,6	0,0	0,0	5,4	0,8	7,2
12	0,1	1,6	0,0	0,0	5,2	1,1	8,0
13	2,0	0,9	0,3	0,0	0,5	1,0	4,7
Total	35,5	6,4	1,6	1,1	70,4	37,0	152,0
%	23%	4%	1%	1%	46%	24%	100%
Alternativa CON Corrección de Conservación Rutinaria							
1	2,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	3,2
2	2,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	3,7
3	1,6	0,0	0,1	0,4	0,6	1,3	4,0
4	1,1	0,2	0,0	0,0	0,9	0,4	2,7
5	2,1	0,9	0,8	0,0	0,5	0,9	5,1
6	2,4	0,3	0,0	0,0	1,4	1,0	5,2
7	3,0	0,5	0,0	0,0	2,9	1,8	8,2
8	4,8	1,1	0,2	0,0	7,3	5,8	19,2
9	3,9	0,4	0,0	0,1	11,3	3,7	19,3
10	6,0	0,1	0,0	0,0	13,6	1,1	20,8
11	0,4	0,6	0,0	0,0	3,7	0,4	5,1
12	0,1	1,6	0,0	0,0	3,1	0,6	5,3
13	2,0	0,9	0,2	0,0	0,4	0,7	4,2
Total	32,5	6,4	1,3	0,6	46,1	18,9	105,8
%	31%	6%	1%	1%	44%	18%	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada y factores de corrección de conservación rutinaria.

9.4.5 Niveles de Gastos Según Umbrales de IRI y % de Grietas Anchas

Un dato interesante que resulta de los resultados obtenidos, tiene relación con los niveles medios de gastos requeridos para conservar la rutas pavimentadas bajo distintos umbrales de IRI y de grietas anchas.

Es así como para el caso de los caminos de asfalto, el gasto medio anual asciende a los 7.8 MUS\$/km, con una fuerte variación sin embargo a nivel del umbral de IRI exigido. Es así

como para las rutas con una exigencia de IRI de 3.5 el gasto medio anual asciende a 17.5 MUS\$/km, mientras que para umbrales de IRI entre 5.0 y 6.0, dicho valor medio se reduce a 5.8 MUS\$/km. En lo que respecta a caminos de hormigón, el gasto medio es semejante al obtenido para rutas de asfalto (7.6 MUS\$/km), sin observarse en este caso grandes variaciones del monto medio por umbrales de IRI.

CUADRO N° 9.37: GASTO MEDIO ANUAL SEGÚN UMBRAL DE IRI

Umbral de IRI	Caminos de Asfalto			Caminos de Hormigón		
	MMUS\$/Año	KM	MUS\$ / KM-Año	MMUS\$/Año	KM	MUS\$ / KM-Año
3.5	10,8	615	17,5			
4.0	33,0	2.416	13,6	10,5	1.213	8,7
5.0 – 6.0	57,4	9.880	5,8	3,6	635	5,6
Total	101,1	12.911	7,8	14,1	1.848	7,6

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada.

En lo que respeta a los umbrales de grietas anchas, se aprecia un claro incrementos de los montos medios por km al reducir los umbrales requeridos, observándose para el caso de los caminos de asfalto, valores extremos de 19.6 MUS/km por año para un umbral del 15%, a un gasto anual de 4.1 MUS/km para un umbral del 30% de grietas anchas..

CUADRO N° 9.38: GASTO MEDIO ANUAL SEGÚN UMBRAL DE GRIETAS ANCHAS

Umbral Grietas Anchas	MMUS\$/Año	KM	MUS\$ / KM-Año	MMUS\$/Año	KM	MUS\$ / KM-Año
15%	3,5	178	19,6	-	-	-
20%	38,1	3.356	11,3	5,9	688	8,6
25%	33,4	3.062	10,9	-	-	-
30%	26,1	6.316	4,1	-	-	-
40%	-	-	-	8,2	1.160	7,0
Total	101,1	12.911	7,8	14,1	1.848	7,6

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados del HDM para la alternativa recomendada.

9.5 COMPARACIÓN CON MONTOS ACTUALES DE INVERSIÓN EN CONSERVACIÓN

Se presenta a continuación en forma comparativa, los montos anuales regionales de inversión actual en conservación y los resultantes para las alternativas con y sin corrección de conservación rutinaria.

En lo que respecta a los montos actuales, la cifra media del período 2000 – 2003 alcanzó los 202.9 millones de US\$ por año, cifra que para una adecuada comparación final, es preciso corregirla de acuerdo a un incremento previsto del gasto nacional. En efecto, al suponer un crecimiento del PIB del 4.5% anual durante el período de análisis –cifra bastante realista en el mediano plazo–, se podría plantear en un escenario conservador que la inversión en conservación crezca a una tasa del 3.6% (80% de la tasa de crecimiento supuesta para el PIB). Cabe observar que en el estudio “Plan Director de Infraestructura”, se supuso para el decenio 2000-2010 un incremento del presupuesto sectorial del 7% anual, por lo que el porcentaje planteado se podría definir como bastante conservador.

Al suponer una tasa de incremento del 3.6% anual, el parámetro del gasto medio anual actual en conservación se incrementaría en un 22.1% durante el período, lo que genera una cifra media anual de 247.8 millones de US\$. Dicha cifra se comparó con las estimaciones realizadas como parte de este Estudio, obteniéndose los siguientes resultados:

CUADRO N° 9.39: COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON MONTOS ACTUALES DE CONSERVACIÓN

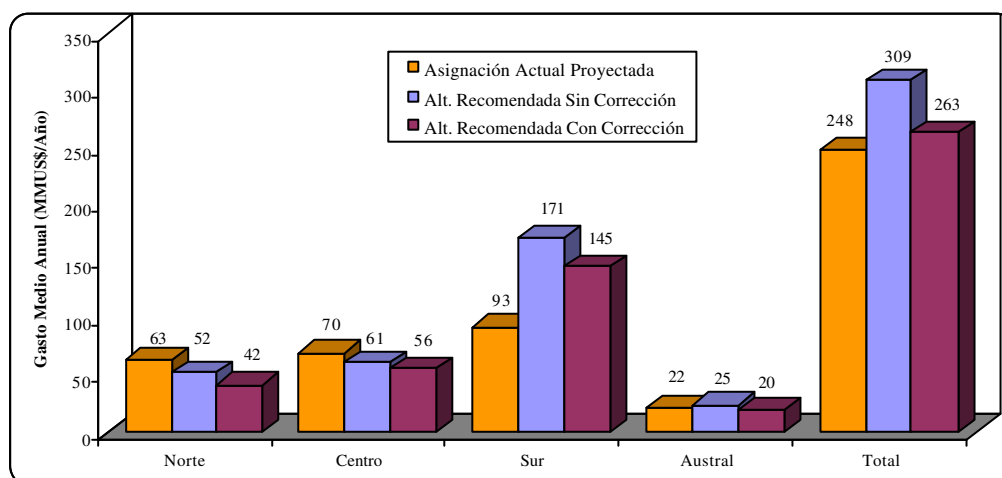
Región	Gasto Medio Actual y Proyectado (MMUS\$/Año)		Gasto Medio Alternativas Recomendadas (MMUS\$/Año)		Variación Con Respecto Gasto Actual Proyectado (%)	
	Promedio 2000- 2003	Gto. Proyect. 2004-2013	Sin Corrección	Con Corrección	Sin Corrección	Con Corrección
1	20,0	21,5	9,3	7,1	-57%	-67%
2	12,8	15,0	12,1	9,2	-20%	-39%
3	15,2	16,9	19,9	16,9	18%	0%
4	8,7	9,7	10,8	8,5	11%	-13%
Norte	56,6	63,2	52,2	41,7	-17%	-34%
5	14,5	16,9	16,9	16,1	0%	-5%
13	14,6	17,8	11,2	10,7	-37%	-40%
6	12,9	15,1	12,5	11,1	-17%	-26%
7	21,0	20,6	20,7	17,9	0%	-13%
Centro	63,1	70,3	61,3	55,8	-13%	-21%
8	26,1	28,7	52,6	43,9	83%	53%
9	26,4	31,5	50,6	40,8	61%	29%
10	29,0	32,5	67,9	60,8	109%	87%
Sur	81,5	92,7	171,1	145,5	84%	57%
11	8,7	9,6	12,4	10,3	29%	7%
12	11,8	11,9	12,1	9,5	2%	-20%
Austral	20,5	21,5	24,5	19,8	14%	-8%
Total	221,6	247,8	309,1	262,8	25%	6%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación y de asignación presupuestaria por región.

De los resultados que se muestran en el cuadro anterior, se aprecia para la alternativa sin corrección por cobertura de conservación rutinaria, una cifra global que supera en un 25% al monto proyectado de conservación actual. Porcentaje que se reduce sólo al 6% al compararlo con la obtenida al corregir por cobertura; es decir en este último escenario, se alcanzan cifras bastante comparables entre la asignación actual (proyectada) y recomendada, sacrificando como se vio anteriormente, la mantención anual rutinaria del 41% de los caminos.

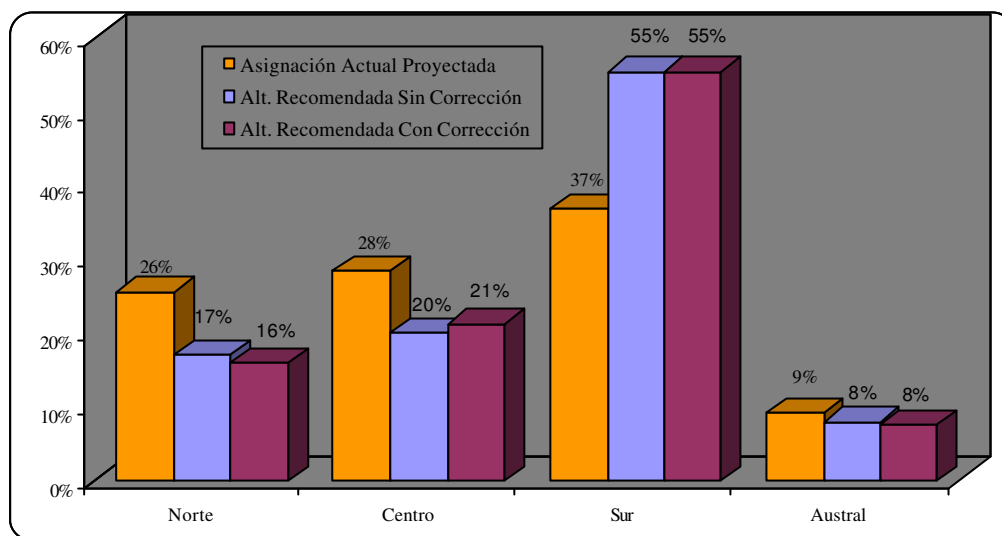
A nivel regional y por zonas del país, el porcentaje de variación entre modelado y actual presenta fuertes variaciones, es así como para las regiones de la zona norte, centro y la XII Región, el porcentaje para la alternativa con corrección resultó negativo, producto que se estimó una inversión menor a la que actualmente se asigna. En contraposición, para las regiones VIII, IX y X la propuesta genera un gasto medio anual que supera en un 57% al actualmente asignado, generándose en ellas las mayores brechas con respecto al presupuesto regional actual.

GRÁFICO N° 9.15: MONTOS ACTUALES DE CONSERVACIÓN POR ZONA Y MONTOS RESULTANTES DE LA MODELACIÓN



En el gráfico siguiente se puede apreciar comparativamente, la distribución zonal actual de las inversiones con las obtenidas de las alternativas recomendadas. Se observa claramente la mayor brecha a nivel porcentual de las regiones VIII a X, la que concentran en la actualidad el 37% de las inversiones, mientras que el modelo generó como resultado una asignación del 55%.

GRÁFICO N° 9.16: DISTRIBUCIÓN ZONAL DE INVERSIONES EN CONSERVACIÓN



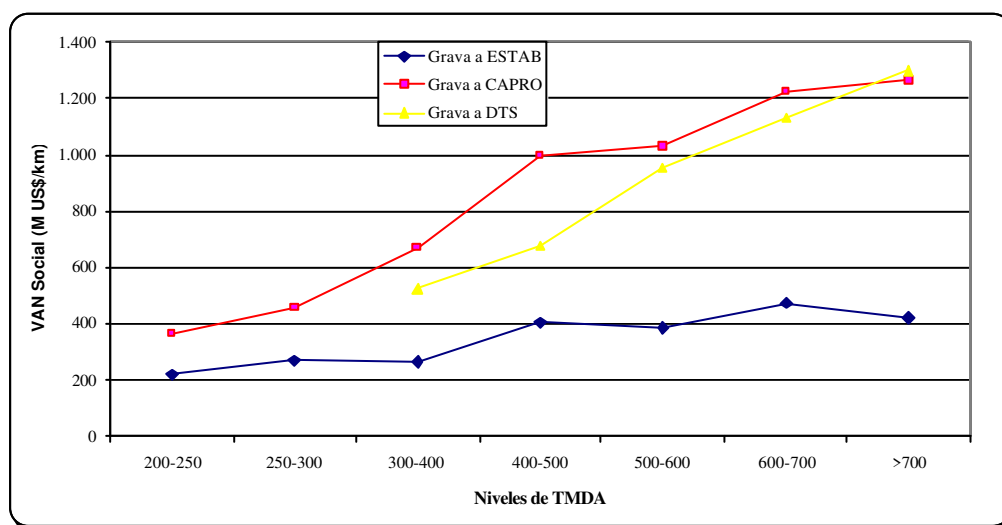
9.6 CURVAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO

De las corridas realizadas del modelo HDM 4, y en particular de los resultados individuales por alternativa de mantenimiento modeladas, fue posible construir curvas que relacionan el VAN Social por unidad de km y el nivel de tránsito existente. Cabe observar que el VAN social resulta de la comparación de cada alternativa con respecto a la conservación rutinaria, por lo que es un reflejo de los gastos y beneficios obtenidos de las actividades de mantención periódica de los caminos.

Las curvas generadas, permiten generar una visión de las actividades que mejor beneficio generan dependiendo del nivel de tránsito. Observando sin embargo, que los resultados son a nivel promedio de los beneficios por actividades, haciéndolos depender sólo del nivel de tránsito, y no de otras variables que también afectan en los beneficios, como es el caso del clima, estado de la ruta, composición del tránsito, etc.

Las primeras curvas que se muestran corresponden a las de cambios de estándar de caminos de ripio a estabilizado, capa de protección y doble tratamiento. Tal como se observa, por sobre los 700 veh/día, sería beneficioso en promedio la pavimentación de un camino de ripio, ello para una evaluación de 10 años. Para niveles de tránsito menores, sería recomendable un cambio de estándar a capa de protección, mientras que el estabilizado recomendable sólo en segundo término.

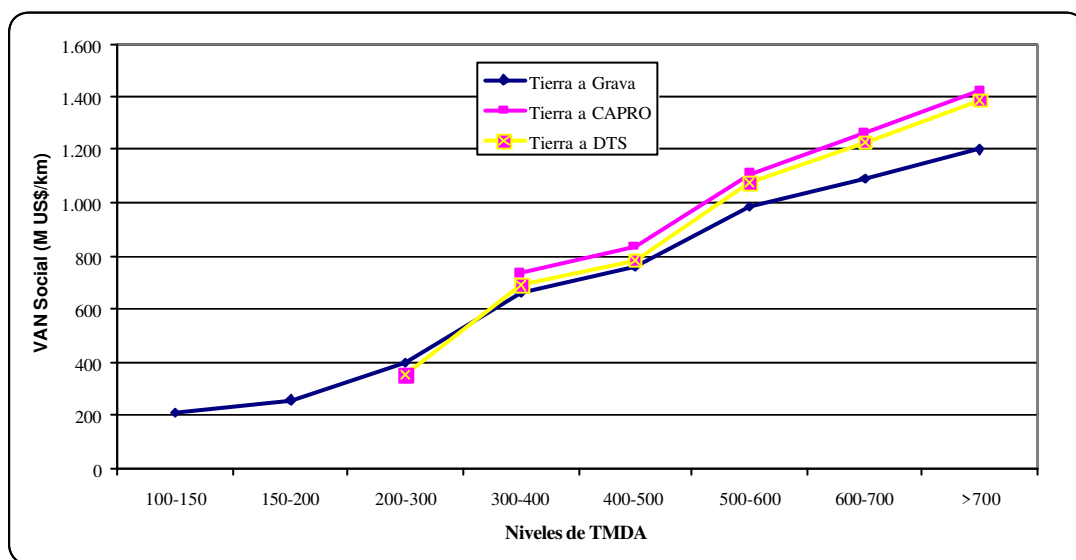
GRÁFICO N° 9.16: CURVAS DE CAMBIO DE ESTÁNDAR DE GRAVA A ESTABILIZADO, CAPRO Y DOBLE TRATAMIENTO



El menor beneficio generado por la grava estabilizada en comparación a la capa de protección, es principalmente por efecto de la forma en que fueron modeladas ambas a través de modelo. Ya que dada la imposibilidad del modelo de analizar dichos tipo de estructuras, se compatibilizó la capa de protección con un camino pavimentado de bajo nivel estructural, mientras que el estabilizado fue considerado como un camino no pavimentado de bajo nivel de IRI.

En las curvas siguientes se muestran los resultados para uno camino de tierra, donde se aprecia que para niveles de tránsito sobre 100 veh/día es beneficioso su cambio de estándar a ripio. Sobre los 300 veh/día el cambio de estándar a capa de protección sería la alternativa recomendable, aún cuando la pavimentación genera beneficios bastante comparables.

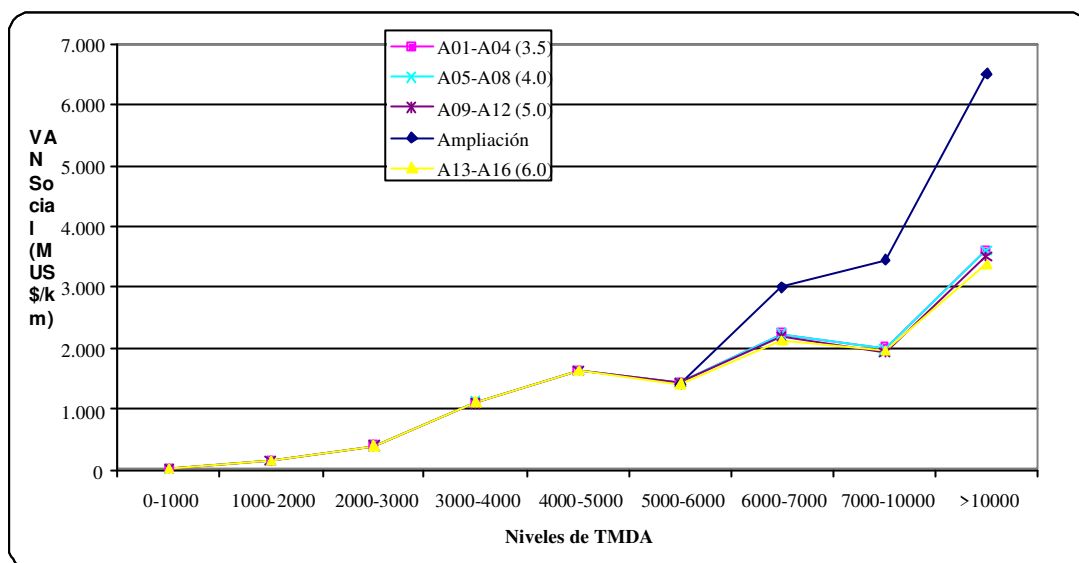
GRÁFICO N° 9.17: CURVAS DE CAMBIO DE ESTÁNDAR DE TIERRA A GRAVA, CAPRO Y DOBLE TRATAMIENTO



Tal como se muestra en el gráfico siguiente, la ampliación de calzada, es la actividad recomendable sobre los 5000 veh/día; si bien no se poseen datos de beneficios para tránsitos menores a dicho valor, por la trayectoria de la curva se podría concluir que sus beneficios son menores al del resto de las alternativas de conservación de caminos de asfalto.

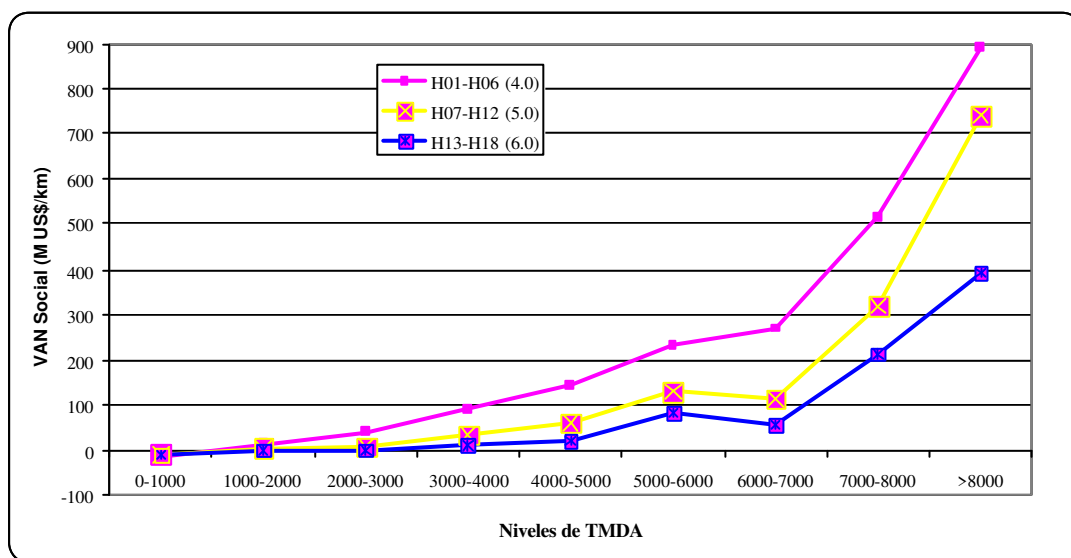
Otro aspecto que se destaca del cuadro, que los beneficios para conservaciones con umbrales de IRI del 3.5, 4.0, 5.0 y 6.0, son prácticamente los mismos, lo que muestra que no es una variable determinante en la reducción de los costos de operación.

GRÁFICO N° 9.18: CURVA DE AMPLIACIÓN DE CALZADA Y MANTENIMIENTO DE ASFALTO



Por último, para el caso de los caminos de hormigón, las curvas que se muestran a continuación, sí reflejan un incremento de los beneficios según umbrales de IRI; lo cual es bastante más significativo para niveles de tránsito superiores a los 2.000 veh/día. Para tránsitos inferiores a dicho valor, las curvas son bastante semejantes, mostrando a la vez una menor rentabilidad social de las actividades de conservación.

GRÁFICO N° 9.19: CURVA DE MANTENIMIENTO DE HORMIGÓN



9.7 CONCLUSIONES

9.7.1 Propuestas de Conservación Recomendadas

A partir de los resultados de la modelación de corto plazo, se definieron una serie de propuestas de conservación de los caminos, en virtud de su tipología, nivel de tránsito vehicular, zona geográfica e importancia geopolítica de la ruta. Para la definición de dichas propuestas de conservación de los caminos de la red nacional, se analizaron los indicadores de rentabilidad social de las distintas alternativas de mantenimiento modeladas, como también los niveles de inversión asociados a cada una de ellas.

Cabe observar, que en las distintas configuraciones de rutas, no necesariamente se recomendó la alternativa óptima de conservación generada por el modelo (mayor VAN social), ya que por un lado, el modelo en su elección no considera en forma explícita el nivel de inversión, cuestión que es de gran importancia para el análisis que se desarrolla, dado a la necesidad de ajustarse a los niveles actuales de presupuestos de conservación. Por otro lado, la alternativa óptima que genera el modelo, no necesariamente presenta una adecuada correspondencia respecto a la importancia de la ruta (nacional, regional o comunal), ni la zona del país (norte, centro, sur y austral). Por lo que a través de la óptima del modelo, no se recoge la necesidad de una mayor exigencia de mantenimiento en las rutas nacionales, y a su vez en las regionales exigir mayores estándares que las comunales.

En definitiva, y de acuerdo a lo planteado en el acápite 9.3 del presente capítulo, se proponen los siguientes estándares de conservación por tipo de rutas.

CUADRO N° 9.40: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE ASFALTO

Zona	Transito	Tipo de Ruta	IRI < a:				Agrietamiento < a:				Pérdida de Áridos < a:		Ahuella miento < 15mm	Sin Baches ni Exudación
			3.5	4.0	5.0	6.0	15 %	20 %	25 %	30 %	30 %	40 %		
Norte	Muy Alto	Todas			X					X		X	X	X
	Alto	Nac. y Reg.			X					X		X	X	X
		Comunal				X				X		X	X	X
	Med. y Baj.	Todas				X				X		X	X	X
Centro	Muy Alto	Nacional		X				X				X	X	X
		Reg. y Com.		X					X			X	X	X
	Alto	Nac. y Reg.			X			X				X	X	X
		Comunal			X				X			X	X	X
	Med. y Baj.	Nacional				X		X				X	X	X
		Reg. y Com.				X				X		X	X	X
Sur y Austral	Muy Alto	Nacional	X				X				X		X	X
		Regional	X					X			X		X	X
		Comunal	X						X		X		X	X
	Alto	Nac. y Reg.		X				X			X		X	X
		Comunal			X				X		X		X	X
	Med. y Baj.	Nacional				X		X			X		X	X
		Reg. y Com.				X			X		X		X	X

Nota: Todas las alternativas consideran anualmente mantención rutinaria de Asfalto

CUADRO N° 9.41: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE HORMIGÓN

Zona	Tránsito	Tipo de Ruta	IRI < a:			Reemplazo de 100 % de losas al:		Escalona miento < 10 mm	Reemp. Drenes Año 10	Sello Juntas Cada 2 Años	Sin Baches
			4.0	5.0	6.0	20% grietas	40% grietas				
Todas	Muy Alto	Nacional	X			X		X	X	X	X
Norte, Sur y Austral	Muy Alto	Regional	X				X	X	X	X	X
Centro	Muy Alto	Regional	X			X		X	X	X	X
Todas	Muy Alto	Comunal	X				X	X	X	X	X
	Alto	Nacional y Regional	X				X	X	X	X	X
	Medio	Todos		X			X	X	X	X	X
	Bajo	Nacional		X			X	X	X	X	X
		Regional y Comunal			X		X	X	X	X	X

Nota: Todas las alternativas consideran anualmente mantención rutinaria de Hormigón.

CUADRO N° 9.42: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE RIPIO

Zona	Transito	Tipo de Ruta	Pérdida de Material		Reperfilado Según Pasadas Vehiculares			Cambio de Estándar	
			< 25 mm	< 50 mm	>4000	>6000	>8000	TMDA >200 Cambio a CAPRO	TMDA >300 Cambio a DTS
Norte y Centro	Alto	Todas		X		X		X	
	Medio	Nac. y Reg		X		X		X	
Sur y Austral	Alto	Nac. y Reg		X		X			X
	Alto	Comunal		X		X			
	Medio	Nac. y Reg		X	X				
Todas	Bajo	Nac. y Reg		X		X			
	Medio y Bajo	Comunal		X			X		

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

Las alternativas de Cambio de Estándar a CAPRO consideran Sello de Grietas Cada 4 Años.

Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8

CUADRO N° 9.43: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE TIERRA

Zona	Transito	Tipo de Ruta	Pérdida de Material (Recebo)		Reperfilado Según Pasadas Vehiculares			Cambio de Estándar	
			< 25 mm	< 50 mm	>4000	>6000	>8000	TMDA >100 Cambio a RIPIO	TMDA >200 Cambio a CAPRO
Todas	Alto	Nac. y Reg		X		X			X
Norte y Centro	Alto	Comunal	X			X			X
Sur y Austral	Alto	Comunal		X		X		X	
Todas	Medio	Todas		X			X	X	
Todas	Bajo	Todas	Solo Conservación Rutinaria						

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

Las alternativas de Cambio de Estándar a CAPRO consideran Sello de Grietas Cada 4 Años.

CUADRO N° 9.44: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE CAPA DE PROTECCIÓN

Zona	Transito	Tipo de Ruta	Sello Granular Cada 4 Años	Cambio de Estándar a DTS
Todas	Alto	Nacional y Regional	X	X
Norte	Alto	Comunal	X	
Centro y Sur	Alto	Comunal	X	X
Todas	Medio y Bajo	Todas	X	

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados.

Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

CUADRO N° 9.45: ESTÁNDARES RECOMENDADOS EN CAMINOS DE CAMINOS DE GRAVA ESTABILIZADA

Zona	Transito	Tipo de Ruta	Perdida Material (Recebo) Cada 3 Años	Perfil Longitudinal Cada 4 Años	Cambio de Estándar a DTS
Todas	Alto	Todas	X	X	X
Todas	Medio y Bajo	Todas	X	X	

Nota: Todas las alternativas incluyen mantención rutinaria de No Pavimentados

Las alternativas de Cambio de Estándar a DTS consideran Agrietamiento < 25% e IRI < 8.

9.7.2 Inversiones en Mejoramiento

Las alternativas de mantenimiento recomendadas, generan un gasto medio anual que asciende a los 337.9 millones de US\$ para los 10 años de análisis (2004-2013); de los cuales el 91% corresponde a gasto de mantención de los caminos, mientras que el 9% restante a inversiones en mejoramiento.

CUADRO N° 9.46: GASTO MEDIO ANUAL POR TIPO DE CARPETAS PARA LAS ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS (MMUS\$/AÑO)

Carpeta	Km	Monto Total	Monto Mantención	Monto Mejoramiento
Asfalto	12.911	102,2	101,1	1,1
Hormigón	1.848	14,1	14,1	0,0
Ripio	34.074	153,4	138,4	15,1
Tierra	27.573	49,3	41,3	8,0
Capa de Protección	983	8,2	3,8	3,5
Grava Estabilizada	1.325	10,7	9,6	1,1
Total	78.713	337,9	309,1	28,8

Fuente: Resultados de la Modelación de Corto Plazo para la alternativa de conservación recomendada.

Las inversiones en mejoramiento principalmente se asocian a cambios de estándar de ripio a doble tratamiento superficial y de tierra a ripio, lo cual genera al cabo de los 10 años de análisis, cambios en la distribución por tipo de caminos. Es así como la longitud de caminos pavimentados, se incrementaría en 1.835 kms al cabo de los 10 años, mientras que los kms de caminos con Capa de Protección aumentarían en otros 2.805 km. En contraposición, los caminos de ripio y tierra, se reducirían en 4.519 km que corresponde al

7% del volumen actual; 3.185 km pasarían a Capa de Protección y 1.334 km a doble tratamiento superficial.

CUADRO N° 9.47: KMS VIALES POR TIPOS DE RUTAS

Carpeta	Km Inicial Año 2004	Km Final Año 2013	Variación de Km	Variación %
Asfalto	12.911	14.746	1.835	14%
Hormigón	1.848	1.848	0	0%
Ripio	34.074	33.589	-484	-1%
Tierra	27.573	23.538	-4.035	-15%
Capa de Protección	983	3.788	2.805	285%
Grava Estabilizada	1.325	1.204	-121	-9%
Total	78.713	78.713	0	0%

Fuente: Resultados de la Modelación de Corto Plazo para la alternativa de conservación recomendada.

En lo que respecta a los caminos de ripio y tierra que en la actualidad presentan un tránsito mayor a los 300 veh/día (5.677 km), el 71% (4.025 km) presentarían un mejoramiento al menos a Capa de Protección en el horizonte de 10 años. Dicho porcentaje de mejoramiento, se reduce fuertemente para caminos con tránsito definido como Medio –entre 100 y 300 veh/día–, ya que sólo habría cambio de estándar a Capa de Protección en el 4% de los km.

9.7.3 Comparación de Gastos de Conservación de CAPRO y de No Pavimentados

Dada las políticas y estándares de mantenimiento recomendadas, la Capa de Protección presenta un gasto medio anual de mantención superior al de caminos de ripio y tierra, lo cual en gran medida es producto de la incorporación de 3 Sellos Granulares en el período de análisis (años: 2004, 2008 y 2012). En efecto, tal como se muestra a continuación los caminos de Ripio de Tránsito Bajo y Medio, presentan un gasto medio por km al año inferior al gasto previsto en los CAPRO, con valores que respectivamente se encuentran entorno al 45% y 18%.

CUADRO N° 9.48: GASTOS MEDIOS POR KM AL AÑO DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS DE RIPIO Y CAPRO

Tipo	Zona	Rutinaria (MUS\$/Km-Año)	Periódica (MUS\$/Km-Año)	Gasto Total (MUS\$/Km-Año)	Variación con CAPRO
Caminos de Capa de Protección	Norte	6,8	38,2	45,0	
	Centro	10,9	38,2	49,1	
	Sur y Austral	20,0	38,2	58,2	
Caminos de Ripio – Tránsito Bajo	Norte	6,8	15,2	22,1	51%
	Centro	10,9	16,0	27,0	45%
	Sur y Austral	20,0	15,2	35,1	40%
Caminos de Ripio – Tránsito Medio	Norte	6,8	31,9	38,7	14%
	Centro	10,9	29,7	40,6	17%
	Sur y Austral	20,0	25,9	45,9	21%

Fuente: Resultados de la Modelación de Corto Plazo para la alternativa de conservación recomendada.

Dichas variaciones de conservación de los caminos, en gran medida explican el no mejoramiento de los km no pavimentados de tránsito medio y bajo. Cabe observar sin embargo, que si la política de mantenimiento de los CAPRO consideran sólo 2 sellos granulares en el período de 10 años, sus costos medios anuales unitarios, se reducirían a valores de 32.3, 36.4 y 45.4 MUS\$/km-Año, respectivamente para las zonas norte, centro y sur – austral, es decir, se alcanzarían valores medios inferiores a los de caminos de ripio de tránsito medio, por lo que es dicha situación sería tal vez rentable el mejoramiento de dichos caminos, en particular los de la zona norte y centro.

9.7.4 Gasto Anual en Mantenimiento Con Corrección de Conservación Rutinaria

Las propuesta de conservación definidas, corresponden a estándares mínimos de conservación requeridos según tipo de caminos, y además son consistentes en términos de una mayor exigencia según nivel de tránsito e importancia geopolítica de la ruta. Sin embargo, el gasto medio anual resultante en los 10 años de la serie (309 MMUS\$/Año), supera en cerca del 43% al monto de 202.9 MMUS\$/Año incurrido en conservación de calzadas por la Dirección de Vialidad en el período 2000-2003.

Para una adecuada comparación final de las cifras, es preciso sin embargo, corregir el gasto medio actual de acuerdo al incremento previsto del gasto nacional para los próximos 10 años. Una cifra conservadora, es considerar un incremento del monto de conservación a una tasa del 3.6% anual, la cual resulta de considerar un 80% del PIB previsto en un 4.5% – cifra bastante realizaste en un período de mediano plazo–. Cabe observar que en el estudio "Plan Director de Infraestructura", se supuso para el decenio 2000-2010 un incremento del presupuesto sectorial del 7% anual, por lo que el porcentaje planteado se podría definir como bastante conservador.

Con dicha tasa de 3.6% anual, el parámetro del gasto medio previsto en conservación se incrementaría a 247.8 millones de US\$/año; cifra que es inferior en un 25% al gasto medio resultante de las alternativas de conservación recomendadas. En un escenario conservador de crecimiento del gasto actual, no sería posible entonces conservar el 100% de la red vial nacional con los estándares mínimos definidos. Sería necesario entonces, sacrificar la mantención de un porcentaje de la red vial, ajustándose así a las cifras previstas.

En la sección 9.4.2 se definieron una serie de factores de reducción de la conservación rutinaria de los caminos. Los factores fueron generados bajo la lógica de permitir una menor cobertura en los caminos no pavimentados, en los localizados en la zona norte, en los comunales y rurales y en los de menor nivel de tránsito. Con la aplicación de dichos

factores, en promedio anualmente se lograría realizar la conservación rutinaria en un 59% de la red nacional, con un porcentaje que alcanza el 50% en la red no pavimentada y del 91% de la red pavimentada. Cabe observar que el resto de las actividades de conservación (periódicas y mayor), no fueron corregidas con los factores reportados, por lo que en ellas la cobertura anual es de un 100%.

Sacrificando la conservación rutinaria del 41% de la red, se reduce el gasto medio anual de las alternativas de mantención a 262.8 MM US\$/Año, cifra que supera sólo en un 6% al gasto actual proyectado a una tasa del 3.6%. Es preciso observar sin embargo, que al no realizar anualmente la conservación rutinaria, se genera un efecto sobre los beneficios sociales, como también en los costos de conservación periódica y mayor, efecto que no es posible de determinar a través del modelo de simulación, ya que éste internamente contempla la conservación anual rutinaria del 100% de la red.

CUADRO N° 9.49: COMPARACIÓN CON CRECIMIENTO CONSERVADOR DEL MONTO ACTUAL Y SACRIFICANDO LA CONSERVACIÓN RUTINARIA (CIFRAS EN MMUS\$/AÑO)

Región	Gasto Actual con Crecimiento Conservador (3.6% anual)	Alternativa Recomendada Con Corrección de Cons. Rutinaria	Variación %
1	21,5	7,1	-67%
2	15,0	9,2	-39%
3	16,9	16,9	0%
4	9,7	8,5	-13%
Norte	63,2	41,7	-34%
5	16,9	16,1	-5%
13	17,8	10,7	-40%
6	15,1	11,1	-26%
7	20,6	17,9	-13%
Centro	70,3	55,8	-21%
8	28,7	43,9	53%
9	31,5	40,8	29%
10	32,5	60,8	87%
Sur	92,7	145,5	57%
11	9,6	10,3	7%
12	11,9	9,5	-20%
Austral	21,5	19,8	-8%
Total	247,8	262,8	6%

Fuente: Resultados de la Modelación de Corto Plazo para la alternativa de conservación recomendada.

El impacto sobre los beneficios que genera la no conservación rutinaria del 100% de la red, es un análisis que no es posible de realizar a partir de los resultados del modelo, ya que éste no le estima beneficios sociales a tal actividad de conservación, dado que asume que no impacta en el nivel de servicio de la calzada. La conservación rutinaria para el modelo es una actividad que sólo impacta en los costos, aplicándola anualmente tanto en la política base, como en cada una de las alternativas de mantenimiento analizadas; ello a partir de un gasto unitario por km previamente definido.

No obstante lo anterior, el sacrificar anualmente la conservación rutinaria de una fracción de la red puede incidir en la seguridad de los usuarios y en el estado global de los caminos; es por ello, que la corrección de cobertura propuesta se orientó principalmente a los caminos no pavimentados de bajo tránsito (TMDA menor a 100 veh/día). Por otro lado, tal vez en algunas regiones es necesario realizar anualmente ciertas actividades de la conservación rutinaria, como es el caso del saneamiento de las obras de artes, pero otras, como la limpieza de señales y de fajas, puedan ser diferidas en el tiempo, de modo de que en el global anualmente se reduzcan los montos de conservación rutinaria por km.

9.7.5 Gasto Anual en Mantenimiento Sin Corrección de Conservación Rutinaria

Por otro lado, si como política del Ministerio de Obras Públicas, se establece la opción de conservar el 100% de la red vial nacional, es preciso entonces incrementar la asignación actual de conservación de calzadas a una tasa media anual del 7.4% durante los próximos 10 años. En efecto, con dicha tasa de incremento se lograría alcanzar durante el decenio, un gasto medio anual comparable al monto requerido para las alternativas de conservación recomendadas.

CUADRO N° 9.50: COMPARACIÓN CON CRECIMIENTO MAYOR DEL MONTO ACTUAL Y SIN SACRIFICAR LA CONSERVACIÓN RUTINARIA (CIFRAS EN MMUS\$/AÑO)

Región	Gasto Actual con Crecimiento Mayor (7.4% anual)	Alternativa Recomendada con Cobertura del 100% de la Red	Variación %
1	26,6	9,3	-65%
2	18,6	12,1	-35%
3	21,0	19,9	-5%
4	12,1	10,8	-10%
Norte	78,4	52,2	-33%
5	20,9	16,9	-19%
13	22,0	11,2	-49%
6	18,7	12,5	-33%
7	25,6	20,7	-19%
Centro	87,2	61,3	-30%
8	35,6	52,6	48%
9	39,1	50,6	29%
10	40,3	67,9	68%
Sur	115,0	171,1	49%
11	11,9	12,4	4%
12	14,8	12,1	-18%
Austral	26,7	24,5	-8%
Total	307,3	309,1	1%

Fuente: Resultados de la Modelación de Corto Plazo para la alternativa de conservación recomendada.

9 MODELACIÓN DE MEDIANO PLAZO DE LA RED NACIONAL9-1

9.1	POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN MODELADAS.....	9-1
9.2	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN PARA LA POLÍTICA ÓPTIMA	9-6
9.2.1	<i>Cálculo de Factores de Ajuste.....</i>	9-6
9.2.2	<i>Resultados Alternativa Óptima.....</i>	9-6
9.2.3	<i>Comparación con Montos Actuales de Inversión en Conservación</i>	9-14
9.3	INDICADORES POR ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN Y PROPUESTAS POR TIPO DE CAMINOS	9-18
9.3.1	<i>Caminos de Asfalto.....</i>	9-19
9.3.2	<i>Caminos de Hormigón.....</i>	9-22
9.3.3	<i>Caminos de Ripio.....</i>	9-25
9.3.4	<i>Caminos de Tierra.....</i>	9-27
9.3.5	<i>Caminos de Capa de Protección</i>	9-29
9.3.6	<i>Caminos de Grava Estabilizadas.....</i>	9-30
9.4	NIVELES DE GASTOS PARA LAS ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS.....	9-31
9.4.1	<i>Gastos de Medios en Mejoramiento y Conservación Vial.....</i>	9-31
9.4.2	<i>Factores de Corrección por Cobertura Media Anual</i>	9-35
9.4.3	<i>Gasto Medio en Conservación Corregido</i>	9-37
9.4.4	<i>Detalle de Resultados a Nivel Regional y Tipo de Camino.....</i>	9-40
9.4.5	<i>Niveles de Gastos Según Umbrales de IRI y % de Grietas Anchas.....</i>	9-41
9.5	COMPARACIÓN CON MONTOS ACTUALES DE INVERSIÓN EN CONSERVACIÓN.....	9-43
9.6	CURVAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO SEGÚN NIVEL DE TRÁNSITO	9-46
9.7	CONCLUSIONES	9-49
9.7.1	<i>Propuestas de Conservación Recomendadas</i>	9-49
9.7.2	<i>Inversiones en Mejoramiento</i>	9-51
9.7.3	<i>Comparación de Gastos de Conservación de CAPRO y de No Pavimentados</i> <i>9-52</i>	
9.7.4	<i>Gasto Anual en Mantenimiento Con Corrección de Conservación Rutinaria</i> <i>9-53</i>	
9.7.5	<i>Gasto Anual en Mantenimiento Sin Corrección de Conservación Rutinaria</i> <i>9-55</i>	

10 MODELACIÓN DE RED PILOTO DE LA IV REGIÓN

10.1 POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN MODELADAS

En común acuerdo con la Inspección Fiscal, el Departamento de Concesiones y la Unidad de Gestión Vial del Ministerio de Obras Públicas, el consultor realizó la modelación de la red piloto de la IV región, considerando políticas de conservación que incluyesen los estándares actuales de conservación que son exigidos a concesiones operativas en el país, así como actividades de mantenimiento que permitan conservar la red en las condiciones en que se encuentra actualmente, y estándares asociados a lo propuesto por el consultor en el Capítulo 9 para la zona norte y por tipo de categoría y tránsito del camino.

La evaluación económica consideró dos horizontes de evaluación, a 10 y 15 años, y tres niveles de demanda, considerando tarifas de peajes de \$400, \$500 y \$600 pesos aplicado a las principales rutas de la red piloto evaluada.

Como alternativa base, tanto para pavimentos flexibles, rígidos y caminos no pavimentados, se consideró una política que incluyese mantener la red vial en el estado actual, de acuerdo a los indicadores levantados en este estudio mediante las mediciones de los diversos deterioros (IRI, agrietamiento, escalonamiento, ahuellamiento, baches, etc.). Como se mencionó anteriormente, otras políticas evaluadas fueron las que actualmente rigen para diversas concesiones del país, incluyendo el estándar asociado a las siguientes Concesiones: Camino Nogales – Puchuncaví, Camino La Madera y Ruta F90 –la ruta perteneciente a la concesión del Litoral Central, específicamente se extiende entre la Ruta 68 (Casablanca) y la comuna de Algarrobo–.

Por otro lado, el consultor propuso en el capítulo anterior los estándares recomendados obtenidos de la evaluación de la Red Nacional, los cuales son concordantes con la propuesta de acuerdo a la zona geográfica, tipo de carpeta de rodado, tránsito y categoría de camino.

Todas las alternativas modeladas incluyen actividades de mantenimiento para los tramos pavimentados, sólo para el sector de Cuesta Las Cardas de la Ruta 43 se considera la ampliación de calzada el primer año de evaluación. Para los tramos no pavimentados se evaluó la alternativa de los cambios de estándar, ya sea a camino básico o a doble tratamiento asfáltico, dependiendo del tránsito asociado.

En definitiva las estándares y políticas de mantenimiento modeladas por tipo de carpeta y topología de caminos, fueron las siguientes.

CUADRO N° 10.1: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO

Descripción	Alternativa	IRI	Grietas	Pérdida de Áridos	Bacheo	Conservación Rutinaria	Ampliación*
Base	F00	Recapado (IRI>5.0)	Slurry Seal (Grietas >75%)	-	SI	SI	-
Concesiones ASF Nogales	F01	Recapado (IRI>4.0)	Slurry Seal (Grietas >10%)	<10%	SI	SI	-
Concesiones DTS Nogales	F01	Recapado (IRI>4.0)	Slurry Seal (Grietas >10%)	<15%	SI	SI	-
Concesiones ASF La Madera	F02	Recapado (IRI>4.0)	Slurry Seal (Grietas >15%)	<30%	SI	SI	-
Concesiones ASF F-90	F03	Recapado (IRI>3.5)	Slurry Seal (Grietas >10%)	-	SI	SI	-
Ruta Principal Flexible	F04	Recapado (IRI>5.0)	Slurry Seal (Grietas >30%)	<40%	SI	SI	-
Ruta Secundaria Flexible	F05	Recapado (IRI>6.0)	Slurry Seal (Grietas >30%)	<40%	SI	SI	-

* Ampliación solo en Ruta 43 Sector Cuesta Las Cardas

CUADRO N° 10.2: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE HORMIGÓN

Descripción	Alternativa	IRI	Grietas	Escalonamiento	Reemplazo de Drenes	Sello de Juntas	Conservación Rutinaria
Base	H00	Cepillado (IRI>7.0)	Reemplazo 100% Losas (Grietas >40%)	Cepillado Esc> 12 mm	-	Cada 2 años	SI
Concesiones HOR Nogales	H01	Cepillado (IRI>4.0)	Reemplazo 100% Losas (Grietas>15%)	Cepillado Esc> 5 mm	Año 5	Cada 2 años	SI
Concesiones HOR La Madera	H02	Cepillado (IRI>4.0)	Reemplazo 100% Losas (Grietas>15%)	Cepillado Esc> 10 mm	Año 5	Cada 2 años	SI
Concesiones HOR F-90	H03	Cepillado (IRI>3.5)	Reemplazo 100% Losas (Grietas>15%)	Cepillado Esc> 6 mm	Año 5	Cada 2 años	SI
Ruta Principal Rígido	H04	Cepillado (IRI>4)	Reemplazo 100% Losas (Grietas>20%)	Cepillado Esc> 10 mm	Año 10	Cada 4 años	SI
Ruta Secundaria Rígido	H05	Cepillado (IRI>6)	Reemplazo 100% Losas (Grietas>40%)	Cepillado Esc> 10 mm	Año 10	Cada 4 años	SI
Concesiones HOR F-90	H01	Cepillado (IRI>3.5)	Reemplazo 100% Losas (Grietas>15%)	Cepillado Esc> 6 mm	Año 5	Cada 2 años	SI

CUADRO N° 10.3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE RIPIO Y ESTABILIZADO

Descripción	Alternativa	IRI	Pasadas Vehiculares	Espesor de la Grava	TMDA	Cambio de Estándar	Adicional
Base	GR00	Reperfilado (IRI>10.0)	-	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav
Tránsito Alto-Medio	GR01	-	Reperfilado (6000 pas.)	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav
Tránsito Bajo	GR01	-	Reperfilado (8000 pas.)	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav
Concesiones	GR02	Reperfilado (IRI>8.0)	-	Recebo (e<50 mm)			Rutinaria No Pav

CUADRO N° 10.3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE RIPIO Y ESTABILIZADO

Descripción	Alter-nativa	IRI	Pasadas Vehiculares	Espesor de la Grava	TMDA	Cambio de Estándar	Adicional
Cambio de Estándar 1	GR03	-	Reperfilado (6000/8000 pas.)	Recebo (e<50 mm)	TMDA<200		Rutinaria No Pav
					TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CAPRO*
					TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación DTS*
Cambio de Estándar 2	GR04	Reperfilado (IRI>8.0)	-	Recebo (e<50 mm)	TMDA<200		Rutinaria No Pav
					TMDA>200	Grava a CAPRO	Conservación CAPRO
					TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación DTS
Cambio de Estándar 3	GR05	-	Reperfilado (6000/8000 pas.)	Recebo (e<50 mm)	TMDA<200		Rutinaria No Pav
					TMDA>200	Grava a ESTAB	Conservación ESTAB*
					TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación DTS
Cambio de Estándar 4	GR06	Reperfilado (IRI>8.0)	-	Recebo (e<50 mm)	TMDA<200		Rutinaria No Pav
					TMDA>200	Grava a ESTAB	Conservación ESTAB
					TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación DTS
Base	EST0		Reperfilado cada 3 años	Recebo cada 3 años			Rutinaria No Pav
Cambio de Estándar	EST1		Reperfilado cada 3 años	Reperfilado cada 3 años	TMDA<200		Rutinaria No Pav
					TMDA>300	CAPRO a DTS	Conservación DTS

Notas (*): Alternativas de Mantenimiento posterior a cambio de estándar:

Conservación CAPRO: Sello Granular cada 4 años + Conservación Rutinaria

Conservación ESTAB: Recebo cada 3 años + Reperfilado cada 3 años + Conservación Rutinaria.

Conservación DTS: Recapado 8 cm a IRI>6 m/km + sello granular a 30% de grietas + Conservación Rutinaria

10.2 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN PARA LA POLÍTICA ÓPTIMA

Los resultados que se presentan en esta sección, corresponden a las políticas óptimas desde el punto de vista social (que maximizan el VAN) para cada tramo modelado perteneciente a las rutas de la red piloto de la IV región, para horizontes de evaluación de 10 y 15 años, y tarifas de peajes de \$400, \$500 y \$600. En el Anexo N° 10.1 se presenta las distintas salidas del modelo.

Cabe recordar que del punto de vista del modelo, la alternativa óptima de mantenimiento de cada tramo corresponde a la que obtiene mejor indicador de evaluación social (VAN Social), medido este último como la diferencia de los Beneficios Sociales que genera cada alternativa en comparación con la Alternativa Base.

Para cada uno de los 95 tramos modelados, se presenta en el cuadro siguiente la alternativa óptima resultante para las corridas a 10 y 15 años, como también para los 3 alternativas de peajes analizadas. Del cuadro se aprecia la mayor selección por parte del modelo de la Alternativa Base por sobre el resto de las modeladas; es así como en las corridas a 10 años, en más del 50% de los tramos la Alternativa Base es la que presenta mejor indicador de evaluación social, y por tanto es la recomendada por el modelo. En la corridas a 15 años, si bien existe mayor participación de otras alternativas de conservación, las definidas como Base representan más del 40% de los tramos analizados.

CUADRO N° 10.4: ALTERNATIVAS ÓPTIMAS POR HORIZONTE DE ANÁLISIS Y NIVEL DE PEAJE

Ruta	Tramo	Desde y Hasta	Longitud	Resultados a 10 Años			Resultados a 15 Años		
				\$400	\$500	\$600	\$400	\$500	\$600
B041	01	4,9 a 5,7	0,80	Base	Base	Base	H03	H03	H03
B041	02	5,7 a 9,14	3,44	F01	F01	F01	F01	F01	F01
B041	03	9,14 a 15,97	6,83	H03	H03	H03	H03	H03	H03
B041	04	15,97 a 21,4	5,43	Base	Base	Base	H03	H03	H03
B041	05	21,4 a 23,88	2,48	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	06	23,88 a 27,67	3,79	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	07	27,67 a 29,7	2,03	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	08	29,7 a 32,6	2,90	F01	F01	F01	Base	Base	Base
B041	09	32,6 a 35,5	2,90	F01	F01	F01	Base	Base	Base
B041	10	35,5 a 36,27	0,77	F01	F01	F01	Base	Base	Base
B041	11	36,27 a 38,427	2,16	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	12	38,427 a 42,45	4,02	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	13	42,45 a 51,4	8,95	Base	Base	Base	F02	F02	F02
B041	14	51,4 a 55,27	3,87	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	15	55,27 a 57,34	2,07	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	16	57,34 a 61,32	3,98	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	17	61,32 a 63,966	2,65	F04	F04	F04	F01	F01	F02
B041	18	64,011 a 72,402	8,39	F03	F03	F03	F01	F01	F01
B041	19	72,471 a 76,85	4,38	F03	F03	F03	F03	F03	F03
B041	20	76,85 a 80,02	3,17	F01	F01	F01	F01	F01	F01

CUADRO N° 10.4: ALTERNATIVAS ÓPTIMAS POR HORIZONTE DE ANÁLISIS Y NIVEL DE PEAJE

Ruta	Tramo	Desde y Hasta	Longi- tud	Resultados a 10 Años			Resultados a 15 Años		
				\$400	\$500	\$600	\$400	\$500	\$600
B041	21	80,02 a 82,7	2,68	F01	F01	F01	F04	F04	F04
B041	22	82,7 a 84,99	2,29	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	23	84,99 a 86,4	1,41	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	24	86,4 a 88,3	1,39	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	25	88,3 a 104,5	16,20	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	26	104,5 a 105,4	0,90	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	27	105,4 a 109,44	4,04	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	28	109,44 a 130,5	21,06	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B041	29	130,5 a 149,35	18,85	GR1	GR1	GR1	GR1	GR1	GR1
B043	01	0 a 2,12	2,12	Base	Base	Base	H04	H04	H04
B043	02	2,12 a 4	1,88	F01	F01	F01	F02	F02	F02
B043	03	4 a 7	3,00	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B043	04	7 a 13	6,00	F01	F01	F01	F01	F01	F01
B043	05	13 a 20	7,00	Base	Base	Base	Base	F01	F01
B043	06	20 a 20,74	0,74	Base	Base	Base	F04	F04	F04
B043	07	20,74 a 28,2	7,46	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B043	08	28,2 a 31,7	3,50	Base	Base	Base	F02	F02	F02
B043	09	31,7 a 36,5	4,80	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B043	10	36,5 a 40	3,50	F01	F01	F01	F01	F01	F01
B043	11	40 a 51,12	11,12	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B043	12	51,12 a 57,02	5,90	Base	Base	Base	F04	F04	F04
B043	13	57,02 a 59	1,98	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B043	14	59 a 66,64	7,64	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B043	15	66,64 a 75,56	8,92	H04	H04	H04	H04	H04	H04
B043	16a	75,56 a 79,98	4,42	Base	Base	Base	Base	F01	F01
B043	16b	75,56 a 79,98	4,42	F01	F01	F01	F01	F01	F01
B043	17a	79,98 a 80,78	0,80	H04	H04	H04	H03	H03	H03
B043	17b	79,98 a 80,78	0,80	H04	H04	H04	H03	H03	H03
B045	01	0 a 2,8	2,80	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B045	02	2,8 a 4,8	2,00	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B045	03	4,8 a 7,6	2,80	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B045	04	7,6 a 20	12,40	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B045	05	20 a 26,2	6,20	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B045	06	26,2 a 27,42	1,22	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B045	07	27,42 a 30,9	3,48	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B045	08	30,9 a 33,02	2,12	H01	H01	H01	H03	H03	H03
B051	01	0 a 7,68	7,68	Base	Base	Base	Base	Base	Base
B051	02	7,68 a 12	4,32	F03	F03	F03	F02	F02	F02
B051	03	12 a 14,5	2,50	F01	F01	F01	F04	F04	F04
B051	04	14,5 a 18,98	4,48	F05	F05	F05	Base	Base	Base
B051	05	18,98 a 26,38	7,40	F01	F01	F01	F04	F04	F04
B051	06	26,38 a 27,11	0,73	F02	F02	F02	F02	F02	F02
C485	01	0 a 7,12	7,12	F01	F01	F01	F02	F02	F01
C485	02	7,7 a 16,02	8,21	F04	F04	F04	F05	F05	F05
C485	03	16,74 a 18,67	1,93	F05	F05	F05	Base	Base	Base
C485	04	18,67 a 18,96	0,29	Base	Base	Base	Base	Base	Base
C485	05	18,9 a 20	1,10	F05	F05	F05	Base	Base	Base
C595	01	0 a 2,38	2,38	Base	Base	Base	F04	F04	F04
C595	02	2,38 a 5,13	2,75	F04	F04	F04	F03	F03	F03
C595	03	5,13 a 9,8	4,67	Base	Base	Base	F04	F04	F04
C595	04	9,8 a 20	5,90	F01	F01	F01	F04	F04	F04
C595	05	20 a 26,5	3,26	Base	Base	F01	F04	F04	F01
C595	06	26,5 a 30,44	3,94	F01	F01	F01	F01	F01	F01
C595	07	30,98 a 31,82	0,84	F04	F04	F04	F04	F04	F04

CUADRO N° 10.4: ALTERNATIVAS ÓPTIMAS POR HORIZONTE DE ANÁLISIS Y NIVEL DE PEAJE

Ruta	Tramo	Desde y Hasta	Longitud	Resultados a 10 Años			Resultados a 15 Años		
				\$400	\$500	\$600	\$400	\$500	\$600
D205	01	0 a 2,36	2,36	Base	Base	Base	Base	Base	Base
D205	02	2,36 a 7,3	4,94	F01	F01	F01	F01	F01	F02
D305	01	0 a 8,56	8,56	F04	F04	F04	F04	F04	F01
D305	02	8,56 a 22,2	13,64	GR3	GR3	GR3	GR3	GR3	GR3
D305	03	22,2 a 26,4	4,20	GR3	GR3	GR3	GR3	GR3	GR3
D305	04	26,4 a 27,6	1,20	Base	Base	Base	EST1	EST1	EST1
D315	01	0 a 1,78	1,78	F03	F03	F03	F03	F03	F03
D325	01	0 a 1,01	1,01	Base	Base	Base	Base	Base	Base
D410	01	0 a 3,8	3,80	F04	F04	F04	F04	F04	F04
D419	01	0 a 1,6	1,60	Base	Base	Base	F02	F02	F02
D420	01	0 a 3,7	3,70	F01	F01	F01	F04	F04	F04
D420	02	3,7 a 6,4	2,70	F01	F01	F01	F01	F01	F01
D420	03	6,4 a 11,36	4,96	F04	F04	F04	F04	F04	F04
D440	01	0 a 11,8	11,80	F04	F04	F04	F01	F01	F02
D505	01	0,45 a 7,2	6,75	Base	Base	Base	Base	Base	Base
D505	02	7,2 a 11	3,80	Base	Base	Base	Base	Base	Base
D505	03	11 a 12,5	1,50	F04	F04	F04	F05	F05	F05
D505	04	12,5 a 15,92	3,42	Base	Base	Base	F04	F04	F04
D505	05	16,7 a 23,95	7,25	F04	F04	F04	F01	F01	F01
D505	06	23,95 a 29	5,05	Base	Base	Base	Base	Base	Base
D505	07	29 a 36,2	7,20	F04	F04	F04	F01	F01	F02

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

Otro aspecto que llama la atención de los resultados presentados, es la poca variación de los resultados entre alternativas de peajes. Es así como en las corridas a 10 años, existe total coincidencia de alternativa óptimas en los escenarios de \$400 y \$500; mientras que a \$600, sólo existe una diferencia en los 95 tramos modelados. En las corridas a 15 años, para los 3 peajes la alternativa óptima resultó la misma en 86 de los tramos.

Por lo anterior, se explican las bajas diferencias de montos de inversión estimados por escenario tarifario. Obteniéndose para la alternativa óptima montos de inversión entorno a los 17.5 Millones de dólares en las corridas a la 10 años y de 25.8 Millones US\$ en las corridas a 15 años.

**CUADRO N° 10.5: MONTOS DE INVERSIÓN A 10 Y 15 AÑOS
ALTERNATIVAS ÓPTIMAS (MUS\$)**

Corrida	\$400	\$500	\$600
A 10 Años	17.491	17.545	17.548
A 15 Años	25.925	25.755	25.735

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.3 RESULTADOS POR RUTAS Y PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN

Tal como se indicara con anterioridad, en gran parte de los tramos analizados, resulta conveniente del punto de vista social, mantener la red en el estado que se encuentra en la actualidad, ya que la Alternativa Base corresponde a una política en tal sentido.

Es preciso sin embargo, realizar un análisis a nivel de rutas, ya que es aconsejable recomendar una política de mantenimiento para toda la extensión de un eje y no de tramos específicos de éste. Así también, y en la medida de no afectar mayormente el Beneficio Social generado, se debiera recomendar una opción distinta a la Base, si se plantea como política mejorar en estado actual de las rutas a través de la participación privada en las inversiones de conservación.

A continuación se presentan los resultados para cada una de las rutas que conforman la red piloto de la IV Región, concluyendo en cada caso con una propuesta de mantenimiento vial.

10.3.1 Resultados Ruta 43

La Ruta 43 que se extiende de Ovalle a Serena, presenta una longitud de 86 km, de los cuales 73.4 km son de asfalto y 12.6 km de hormigón. El eje fue modelado a través de 19 tramos homogéneos (15 de asfalto y 4 de hormigón), presentándose en los cuadros siguientes los indicadores globales de VAN Social e inversión a precios privados para cada una de las alternativas de mantenimiento modeladas. En los cuadros se destacan las alternativas finalmente recomendadas (F02 y H02).

CUADRO N° 10.6: RESULTADOS RUTA 43: OVALLE - SERENA – CORRIDA A 10 AÑOS

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
Asfalto	Base	73,4	0	0	0	4.093	4.093	4.093
	F01	73,4	-32.714	58.376	54.344	5.294	5.294	5.294
	F02	73,4	45.081	135.754	132.064	5.014	5.014	5.014
	F03	73,4	-32.714	58.376	54.344	5.294	5.294	5.294
	F04	73,4	-23.788	-24.182	-24.538	4.163	4.163	4.163
	F05	73,4	-23.788	-24.182	-24.538	4.163	4.163	4.163
Hormigón	Base	12,6	0	0	0	643	643	643
	H01	12,6	1.302.919	1.297.499	1.290.505	717	716	715
	H02	12,6	1.302.919	1.297.499	1.290.505	717	716	715
	H03	12,6	1.359.104	1.358.105	1.350.048	820	818	817
	H04	12,6	1.510.057	1.501.864	1.493.204	725	724	723
	H05	12,6	-76.406	-76.793	-76.580	440	440	440

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

CUADRO N° 10.7: RESULTADOS RUTA 43: OVALLE - SERENA – CORRIDA A 15 AÑOS

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
Asfalto	Base	73,4	0	0	0	6.117	6.117	6.117
	F01	73,4	520.145	744.655	744.201	7.054	6.872	6.823
	F02	73,4	592.230	794.507	784.226	6.631	6.532	6.532
	F03	73,4	520.322	744.835	744.390	7.055	6.873	6.824
	F04	73,4	269.417	263.631	262.728	5.402	5.402	5.402
	F05	73,4	269.417	263.631	262.728	5.402	5.402	5.402
Hormigón	Base	12,6	0	0	0	944	944	944
	H01	12,6	1.550.358	1.541.829	1.500.322	996	996	995
	H02	12,6	1.550.358	1.541.829	1.500.322	996	996	995
	H03	12,6	1.586.908	1.598.324	1.555.575	1.157	1.154	1.153
	H04	12,6	1.653.726	1.656.214	1.648.691	1.004	1.002	1.001
	H05	12,6	-78.741	-80.323	-80.798	660	660	660

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

Tanto en las corridas a 10 como a 15 años, en los km de asfalto se alcanzan los mayores beneficios sociales para la alternativa F02, es decir aquella asociada a la política de mantenimiento de la actual concesión Ruta La Madera. Incluso en la corridas a 10 años, fue la única que presenta beneficios positivos en comparación a la alternativa Base. Se plantea entonces considerar en la Ruta 43, la alternativa de mantenimiento F02 en los distintos escenarios tarifarios modelados.

En lo que respecta a los 12.6 km de hormigón, los mayores beneficios se alcanzan con la alternativa H04, es decir aquella asociada a una ruta principal de acuerdo a lo definido en la sección 10.1. Sin embargo, dado que en los tramos de asfalto se recomendó una política de mantenimiento similar a la concesión Ruta La Madera, resulta aconsejable trabajar en los km de hormigón con igual política, por lo que en definitiva se aconseja la alternativa H02. Cabe observar sin embargo, que la alternativa H02 también es una alternativa socialmente rentable a 10 y 15 años.

10.3.2 Resultados Ruta 41

La Ruta 41 CH entre La Serena y el límite internacional, posee una extensión de 143.83 km, los que se representaron con 29 tramos homogéneos: 25 de asfalto, 3 de hormigón y 1 no pavimentado. Para esos 29 tramos se alcanzaron los siguientes indicadores de globales de beneficio social y nivel de inversión.

CUADRO N° 10.8: RESULTADOS RUTA 41: SERENA – LÍMITE – CORRIDA A 10 AÑOS

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
Asfalto	Base	111,9	0	0	0	4.603	4.603	4.603
	F01	111,9	627.716	627.707	572.253	3.595	3.595	3.739
	F02	111,9	638.686	638.676	638.673	3.539	3.539	3.539
	F03	111,9	409.054	409.044	409.041	4.114	4.114	4.114
	F04	111,9	839.157	839.150	839.148	2.804	2.804	2.804
	F05	111,9	839.157	839.150	839.148	2.804	2.804	2.804
Hormigón	Base	13,1	0	0	0	650	650	650
	H01	13,1	-123.765	-123.789	-123.790	455	455	455
	H02	13,1	-123.765	-123.789	-123.790	455	455	455
	H03	13,1	-28.607	-29.440	-29.506	1.106	1.106	1.106
	H04	13,1	-38.968	-38.892	-38.883	686	686	686
	H05	13,1	-8.754	-8.678	-8.669	454	454	454
Ripio	Base	18,9	0	0	0	431	431	431
	GR1	18,9	761.214	674.001	674.001	328	382	382
	GR2	18,9	16.911	16.911	16.911	333	333	333

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

CUADRO N° 10.9: RESULTADOS RUTA 41: SERENA – LÍMITE – CORRIDA A 15 AÑOS

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
Asfalto	Base	111,9	0	0	0	6.298	6.298	6.298
	F01	111,9	550.724	550.715	519.588	6.129	6.129	6.273
	F02	111,9	647.465	647.457	647.452	5.591	5.591	5.591
	F03	111,9	153.650	153.642	153.637	7.896	7.896	7.896
	F04	111,9	648.159	648.155	648.153	4.821	4.821	4.821
	F05	111,9	648.159	648.155	648.153	4.821	4.821	4.821
Hormigón	Base	13,1	0	0	0	955	955	955
	H01	13,1	-45.306	-46.115	-46.176	1.266	1.265	1.265
	H02	13,1	-45.306	-46.115	-46.176	1.266	1.265	1.265
	H03	13,1	247.110	245.358	245.214	1.838	1.836	1.836
	H04	13,1	176.341	175.486	175.424	1.239	1.238	1.238
	H05	13,1	-30.200	-30.093	-30.079	681	681	681
Ripio	Base	18,9	0	0	0	495	495	495
	GR1	18,9	973.588	918.906	918.906	588	458	458
	GR2	18,9	-320.467	-320.467	-320.467	623	623	623

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

En los 111.9 km de asfalto, los mayores beneficios se alcanzaron con las alternativas F04 y F05, es decir con estándar de ruta principal y secundaria respectivamente. Dado que la Ruta 41 CH sería tarifada de acuerdo a lo planteado por Concesiones, es aconsejable plantear una alternativa de conservación semejante al de otras rutas concesionadas. Entre las alternativas F01, F02 y F03, la que posee mejores indicadores sociales es la F02, por lo que es la que en definitiva se recomienda para pavimentos flexibles. Dicha alternativa, si bien genera en la corrida a 10 años un beneficio social inferior en un 24% a la de las alternativas F04 y F05, en la corrida a 15 años los resultados son muy semejante entre ellas.

En lo que respecta a pavimentos de hormigón, en la corrida a 10 años ninguna de las alternativas genera un beneficio social positivo, sin embargo a 15 años las opciones H03 y

H04 resultaron rentables en comparación a la base, generándose los mejores resultados en la alternativa H03. Se recomienda por tanto trabajar con dicha alternativa de mantenimiento, la cual, de acuerdo a lo planteado en la sección 10.1, corresponde a la definida por concesiones para la actual concesión de la ruta F-90.

Por último, en los 18.9 km de ripio, claramente la alternativa con mejores resultados es la GR1, siendo ésta la única rentable a un horizonte a 15 años. Se recomienda por tanto la alternativa GR1 en los tramos no pavimentado de la Ruta 41 CH.

10.3.3 Resultados Ruta 51

La Ruta 51 que se desarrolla desde la Ruta 43 a la localidad de Andacollo, posee una extensión de 27.1 km de pavimentos de asfalto, representados con HDM a través de 6 tramos homogéneos, cuyos resultados globales son los siguientes.

CUADRO N° 10.10: RESULTADOS RUTA 51: CRUCE RUTA 43 - ANDACOLLO

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
RESULTADOS CORRIDA A 10 AÑOS								
Asfalto	Base	27,1	0	0	0	3.128	3.128	3.128
	F01	27,1	641.421	641.421	647.113	1.428	1.428	1.428
	F02	27,1	340.432	340.432	340.432	2.347	2.347	2.347
	F03	27,1	77.454	77.454	77.454	2.671	2.671	2.671
	F04	27,1	655.959	655.959	655.959	1.372	1.372	1.372
	F05	27,1	799.490	799.490	799.490	815	815	815
RESULTADOS CORRIDA A 15 AÑOS								
Asfalto	Base	27,1	0	0	0	3.523	3.523	3.523
	F01	27,1	186.634	186.634	202.992	3.173	3.173	3.173
	F02	27,1	201.087	201.087	201.087	3.035	3.035	3.035
	F03	27,1	-220.831	-220.831	-220.831	4.241	4.241	4.241
	F04	27,1	431.321	431.321	431.321	1.861	1.861	1.861
	F05	27,1	427.848	427.848	427.848	1.356	1.356	1.356

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

En las corridas a 10 años, los mejores resultados se obtuvieron con la alternativa F05, es decir con el estándar de una ruta secundaria. A 15 años en cambio, se obtuvieron mejores indicadores con la alternativa F04 (estándar de ruta principal), por lo que es esa la opción que en definitiva se recomienda.

10.3.4 Resultados Ruta 485

En los 18.7 km de asfalto modelados en la Ruta 485 (representados con 6 tramos homogéneos), se obtuvieron los mejores indicadores con la alternativa de mantenimiento F05, por lo que es la alternativa recomendada en el eje.

CUADRO N° 10.11: RESULTADOS RUTA 485: RIVADAVIA – PISCO ELQUI

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
RESULTADOS CORRIDA A 10 AÑOS								
Asfalto	Base	18,7	0	0	0	2.913	2.913	2.913
	F01	18,7	637.107	637.107	645.008	2.151	2.151	2.151
	F02	18,7	637.107	637.107	637.107	2.151	2.151	2.151
	F03	18,7	339.548	339.548	339.548	3.111	3.111	3.111
	F04	18,7	1.118.870	1.118.870	1.118.870	1.039	1.039	1.039
	F05	18,7	1.212.087	1.212.087	1.212.087	642	642	642
RESULTADOS CORRIDA A 15 AÑOS								
Asfalto	Base	18,7	0	0	0	3.114	3.114	3.114
	F01	18,7	528.063	528.063	543.278	2.431	2.431	2.431
	F02	18,7	542.912	542.912	542.912	2.348	2.348	2.348
	F03	18,7	324.580	324.580	324.580	3.308	3.308	3.308
	F04	18,7	581.725	581.725	581.725	2.618	2.618	2.618
	F05	18,7	599.150	599.150	599.150	1.522	1.522	1.522

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.3.5 Resultados Ruta 595

En la Ruta 595 que se extiende entre Ovalle y Samo Alto, se definieron 7 tramos en total, los que acumulan una extensión de 23.7 km de asfalto. En dicha ruta, las alternativas F04 y F05 resultaron las más rentables del punto de vista social, con indicadores de VAN en las corridas a 15 años, significativamente más alto que la de las otras opciones de mantención (ver cuadro N° 10.12).

Se recomienda en definitiva la alternativa F04 (Principal Flexible), ya que corresponde a la política de conservación más exigentes entre las 2 de mejores resultados.

CUADRO N° 10.12: RESULTADOS RUTA 595: OVALLE – SAMO ALTO

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
RESULTADOS CORRIDA A 10 AÑOS								
Asfalto	Base	23,7	0	0	0	2.054	2.054	2.054
	F01	23,7	418.342	418.342	415.818	911	911	911
	F02	23,7	419.380	419.380	419.380	911	911	911
	F03	23,7	-165.126	-165.126	-165.126	2.280	2.280	2.280
	F04	23,7	464.924	464.924	464.924	803	803	803
	F05	23,7	464.924	464.924	464.924	803	803	803
RESULTADOS CORRIDA A 15 AÑOS								
Asfalto	Base	23,7	0	0	0	2.650	2.650	2.650
	F01	23,7	161.919	161.919	295.175	2.489	2.489	2.017
	F02	23,7	162.860	162.860	162.860	2.489	2.489	2.489
	F03	23,7	-120.268	-120.268	-120.268	2.876	2.876	2.876
	F04	23,7	430.849	430.849	430.849	1.263	1.263	1.263
	F05	23,7	430.849	430.849	430.849	1.263	1.263	1.263

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.3.6 Resultados Ruta 45

En la Ruta B045 (Socos – Ovalle), posee una extensión de 33.02 km, representados con el modelo a través de 7 tramos de asfalto y 1 de hormigón.

CUADRO N° 10.13: RESULTADOS RUTA 45: RUTA 5 - OVALLE

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
RESULTADOS CORRIDA A 10 AÑOS								
Asfalto	Base	30,9	0	0	0	654	654	654
	F01	30,9	-356.144	-356.195	-356.301	1.291	1.291	1.291
	F02	30,9	-280.719	-280.794	-280.854	1.206	1.206	1.206
	F03	30,9	-356.144	-356.195	-356.301	1.291	1.291	1.291
	F04	30,9	-85.830	-85.865	-85.893	828	828	828
	F05	30,9	-85.830	-85.865	-85.893	828	828	828
Hormigón	Base	2,1	0	0	0	106	106	106
	H01	2,1	262.896	260.600	258.042	116	116	116
	H02	2,1	262.896	260.600	258.042	116	116	116
	H03	2,1	210.269	208.640	206.796	229	229	228
	H04	2,1	236.415	234.250	231.841	190	190	190
	H05	2,1	-23.816	-23.581	-23.331	74	74	74
RESULTADOS CORRIDA A 15 AÑOS								
Asfalto	Base	30,9	0	0	0	984	984	984
	F01	30,9	-445.884	-441.370	-442.117	2.024	2.024	2.024
	F02	30,9	-320.122	-321.021	-321.705	1.744	1.744	1.744
	F03	30,9	-445.884	-441.370	-442.117	2.024	2.024	2.024
	F04	30,9	-173.502	-174.252	-174.819	1.533	1.533	1.533
	F05	30,9	-173.502	-174.252	-174.819	1.533	1.533	1.533
Hormigón	Base	2,1	0	0	0	155	155	155
	H01	2,1	389.119	385.709	382.014	153	153	153
	H02	2,1	389.119	385.709	382.014	153	153	153
	H03	2,1	394.347	390.552	386.425	266	266	265
	H04	2,1	379.860	376.415	372.681	227	227	227
	H05	2,1	-41.746	-41.352	-40.945	111	111	111

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

En lo que respecta a los 30.9 km de asfalto, los resultados del modelo muestran que ninguna de las alternativas genera beneficio social en comparación a la base. Sin embargo, dada la condición de una ruta regional principal, se recomienda utilizar una alternativa más exigente que la Base. Se plantea en definitiva utilizar la F04, que es la que genera el menor desbeneficio.

Consecuente con lo anterior, en los 2.1 km de hormigón, también se plantea un estándar de ruta regional principal (H04).

10.3.7 Resultados Ruta 505

En los 7 tramos de asfalto de la Ruta D505 –se extiende desde la Ruta 5 a la ciudad de Ovalle–, de las corridas del modelo a 10 y 15 años los mejores indicadores sociales se

alcanzaron con la alternativa F05 (Regional Secundaria), siendo por tanto la recomendada en los 35 km del eje.

CUADRO N° 10.14: RESULTADOS RUTA 505: RUTA 5 - OVALLE

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
RESULTADOS CORRIDA A 10 AÑOS								
Asfalto	Base	35,0	0	0	0	2.190	2.190	2.190
	F01	35,0	261.219	274.781	264.801	1.229	1.229	1.229
	F02	35,0	281.770	295.339	295.333	1.165	1.165	1.165
	F03	35,0	-613.083	-593.766	-593.780	2.731	2.731	2.731
	F04	35,0	339.631	350.906	350.902	1.063	1.063	1.063
	F05	35,0	339.631	350.906	350.902	1.063	1.063	1.063
RESULTADOS CORRIDA A 15 AÑOS								
Asfalto	Base	35,0	0	0	0	2.560	2.560	2.560
	F01	35,0	-30.697	-17.448	17.842	2.755	2.755	2.755
	F02	35,0	-22.691	-9.441	-9.443	2.755	2.755	2.755
	F03	35,0	-589.294	-564.387	-564.400	3.101	3.101	3.101
	F04	35,0	228.822	232.276	232.281	1.815	1.815	1.815
	F05	35,0	252.605	255.578	255.584	1.698	1.698	1.698

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.3.8 Resultados Rutas 410, 419, 420 y 440

En las rutas que conforman los accesos a Tongoy y Guanaqueros, se propone la alternativa F04, ya que corresponde a la más exigente entre las 2 que resultaron con mayor rentabilidad social a 10 y 15 años.

CUADRO N° 10.15: RESULTADOS RUTAS 410, 419, 420 y 440: ACCESOS A TONGOY Y GUANAQUEROS

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
RESULTADOS CORRIDA A 10 AÑOS								
Asfalto	Base	28,6	0	0	0	3.945	3.945	3.945
	F01	28,6	833.377	848.342	840.552	1.716	1.716	1.716
	F02	28,6	644.488	662.070	662.070	2.252	2.252	2.252
	F03	28,6	314.510	212.774	212.774	2.875	3.075	3.075
	F04	28,6	1.063.471	1.068.631	1.068.631	975	975	975
	F05	28,6	1.063.471	1.068.631	1.068.631	975	975	975
RESULTADOS CORRIDA A 15 AÑOS								
Asfalto	Base	28,6	0	0	0	4.500	4.500	4.500
	F01	28,6	649.984	657.762	650.953	2.613	2.613	2.613
	F02	28,6	549.546	551.652	551.652	2.945	2.979	2.979
	F03	28,6	127.571	16.681	16.681	4.296	4.495	4.495
	F04	28,6	842.694	805.817	805.817	1.465	1.465	1.465
	F05	28,6	842.694	805.817	805.817	1.465	1.465	1.465

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.3.9 Resultados Rutas 205, 305, 315 y 325

En las rutas que conforman la malla norte del río Elqui, se plantea para los 18.7 km de asfalto la alternativa F04, ya que es la que presenta los mejores indicadores en las corridas a 10 y 15 años.

Por otro lado, en los 18.7 kms de ripio los mejores resultados se obtuvieron para la alternativa GR3 por lo que es la que se recomienda para los fines del análisis.

Por último, en los 1.2 km de Grava Estabilizada, la alternativa EST1 resultó rentable socialmente en la corrida a 15 años, por lo que es la opción propuesta de mantenimiento de corto y mediano plazo.

CUADRO N° 10.16: RESULTADOS RUTAS 205, 305, 315 y 325: RED NORTE

Tipo	Alter.	Longitud (kms)	Variación de VAN Social (US\$)			Monto de Inversión (MUS\$)		
			Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600	Peaje \$400	Peaje \$500	Peaje \$600
RESULTADOS CORRIDA A 10 AÑOS								
Asfalto	Base	18,7	0	0	0	1.248	1.248	1.248
	F01	18,7	231.290	231.805	227.034	592	592	594
	F02	18,7	228.478	228.994	229.452	594	594	594
	F03	18,7	-28.263	-27.544	-26.904	1.276	1.276	1.276
	F04	18,7	231.703	232.155	232.557	582	582	582
	F05	18,7	231.703	232.155	232.557	582	582	582
Ripio	Base	17,8	0	0	0	730	731	732
	GR1	17,8	2.362.683	2.409.645	2.455.906	787	789	791
	GR2	17,8	-1.002.112	-1.009.678	-1.017.342	764	765	765
	GR3	17,8	2.786.172	2.843.156	2.898.838	2.480	2.481	2.482
	GR4	17,8	2.305.113	2.351.900	2.397.450	2.476	2.476	2.476
	GR5	17,8	287.288	310.025	332.261	3.379	3.380	3.381
Estabili- zado	Base	1,2	0	0	0	79	79	79
	EST01	1,2	-34.824	-34.824	-34.824	190	190	190
RESULTADOS CORRIDA A 15 AÑOS								
Asfalto	Base	18,7	0	0	0	1.445	1.445	1.445
	F01	18,7	88.561	88.604	229.816	1.586	1.586	901
	F02	18,7	88.299	88.342	88.379	1.588	1.588	1.588
	F03	18,7	-166.421	-165.709	-165.076	2.408	2.408	2.408
	F04	18,7	211.403	211.253	211.121	895	895	895
	F05	18,7	211.403	211.253	211.121	895	895	895
Ripio	Base	17,8	0	0	0	1.112	1.106	1.110
	GR1	17,8	3.620.759	3.626.903	3.650.462	1.140	1.143	1.145
	GR2	17,8	-1.208.839	-1.278.140	-1.274.837	1.050	1.050	1.050
	GR3	17,8	4.632.662	4.656.514	4.697.382	2.669	2.670	2.671
	GR4	17,8	4.151.603	4.165.258	4.195.994	2.665	2.665	2.665
	GR5	17,8	2.133.778	2.123.382	2.130.804	3.567	3.569	3.570
Estabili- zado	Base	1,2	0	0	0	83	83	83
	EST01	1,2	161.802	164.126	166.386	203	203	203

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.4 MONTOS DE INVERSIÓN DE ALTERNATIVA RECOMENDADA

10.4.1 Síntesis de Alternativas Recomendadas por Tramos de la Red Piloto

Sintetizando lo planteado en el Acápito 10.3, se generan las siguientes recomendaciones de alternativas de conservación para cada uno de los 95 tramos que conforman la red piloto de la IV Región. En el cuadro además se presenta, por escenario tarifario, los montos de inversión a 10 y 15 años obtenidos para la alternativa recomendada.

CUADRO N° 10.17: MONTO DE INVERSIÓN EN CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO PARA ALTERNATIVA RECOMENDADA – COSTO FINANCIERO (MUS\$)

Ruta	Tramo	Desde y Hasta	Alter-nativa	Longi-tud	Resultados a 10 Años			Resultados a 15 Años		
					\$400	\$500	\$600	\$400	\$500	\$600
B041	01	4,9 a 5,7	H03	0,80	75	75	75	109	109	109
B041	02	5,7 a 9,14	F02	3,44	121	121	121	206	206	206
B041	03	9,14 a 15,97	H03	6,83	471	470	470	1.073	1.071	1.071
B041	04	15,97 a 21,4	H03	5,43	561	561	561	655	655	655
B041	05	21,4 a 23,88	F02	2,48	52	52	52	114	114	114
B041	06	23,88 a 27,67	F02	3,79	80	80	80	174	174	174
B041	07	27,67 a 29,7	F02	2,03	43	43	43	93	93	93
B041	08	29,7 a 32,6	F02	2,90	102	102	102	172	172	172
B041	09	32,6 a 35,5	F02	2,90	102	102	102	172	172	172
B041	10	35,5 a 36,27	F02	0,77	27	27	27	46	46	46
B041	11	36,27 a 38,427	F02	2,16	46	46	46	99	99	99
B041	12	38,427 a 42,45	F02	4,02	85	85	85	184	184	184
B041	13	42,45 a 51,4	F02	8,95	315	315	315	410	410	410
B041	14	51,4 a 55,27	F02	3,87	82	82	82	177	177	177
B041	15	55,27 a 57,34	F02	2,07	44	44	44	95	95	95
B041	16	57,34 a 61,32	F02	3,98	84	84	84	182	182	182
B041	17	61,32 a 63,966	F02	2,65	334	334	334	362	362	362
B041	18	64,011 a 72,402	F02	8,39	295	295	295	384	384	384
B041	19	72,471 a 76,85	F02	4,38	154	154	154	201	201	201
B041	20	76,85 a 80,02	F02	3,17	110	110	110	143	143	143
B041	21	80,02 a 82,7	F02	2,68	93	93	93	510	510	510
B041	22	82,7 a 84,99	F02	2,29	81	81	81	105	105	105
B041	23	84,99 a 86,4	F02	1,41	50	50	50	65	65	65
B041	24	86,4 a 88,3	F02	1,39	49	49	49	64	64	64
B041	25	88,3 a 104,5	F02	16,20	571	571	571	742	742	742
B041	26	104,5 a 105,4	F02	0,90	32	32	32	41	41	41
B041	27	105,4 a 109,44	F02	4,04	142	142	142	185	185	185
B041	28	109,44 a 130,5	F02	21,06	445	445	445	668	668	668
B041	29	130,5 a 149,35	GR1	18,85	328	382	382	588	458	458
B043	01	0 a 2,12	H02	2,12	154	154	154	191	191	191
B043	02	2,12 a 4	F02	1,88	66	66	66	113	113	113
B043	03	4 a 7	F02	3,00	63	63	63	137	137	137
B043	04	7 a 13	F02	6,00	211	211	211	359	359	359
B043	05	13 a 20	F02	7,00	345	345	345	518	419	419
B043	06	20 a 20,74	F02	0,74	36	36	36	55	55	55
B043	07	20,74 a 28,2	F02	7,46	158	158	158	342	342	342
B043	08	28,2 a 31,7	F02	3,50	173	173	173	210	210	210
B043	09	31,7 a 36,5	F02	4,80	2.152	2.152	2.152	2.348	2.348	2.348
B043	10	36,5 a 40	F02	3,50	123	123	123	210	210	210
B043	11	40 a 51,12	F02	11,12	392	392	392	509	509	509
B043	12	51,12 a 57,02	F02	5,90	208	208	208	353	353	353

**CUADRO N° 10.17: MONTO DE INVERSIÓN EN CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO PARA
 ALTERNATIVA RECOMENDADA – COSTO FINANCIERO (MUS\$)**

Ruta	Tramo	Desde y Hasta	Alter-nativa	Longi-tud	Resultados a 10 Años			Resultados a 15 Años		
					\$400	\$500	\$600	\$400	\$500	\$600
B043	13	57,02 a 59	F02	1,98	42	42	42	91	91	91
B043	14	59 a 66,64	F02	7,64	162	162	162	350	350	350
B043	15	66,64 a 75,56	H02	8,92	507	506	506	663	662	661
B043	16a	75,56 a 79,98	F02	4,42	93	93	93	202	202	202
B043	16b	75,56 a 79,98	F02	4,42	789	789	789	836	836	836
B043	17a	79,98 a 80,78	H02	0,80	28	28	28	71	71	71
B043	17b	79,98 a 80,78	H02	0,80	28	28	28	71	71	71
B045	01	0 a 2,8	F04	2,80	59	59	59	89	89	89
B045	02	2,8 a 4,8	F04	2,00	42	42	42	92	92	92
B045	03	4,8 a 7,6	F04	2,80	59	59	59	128	128	128
B045	04	7,6 a 20	F04	12,40	437	437	437	742	742	742
B045	05	20 a 26,2	F04	6,20	131	131	131	284	284	284
B045	06	26,2 a 27,42	F04	1,22	26	26	26	39	39	39
B045	07	27,42 a 30,9	F04	3,48	74	74	74	159	159	159
B045	08	30,9 a 33,02	H04	2,12	190	190	190	227	227	227
B051	01	0 a 7,68	F04	7,68	162	162	162	352	352	352
B051	02	7,68 a 12	F04	4,32	152	152	152	198	198	198
B051	03	12 a 14,5	F04	2,50	88	88	88	114	114	114
B051	04	14,5 a 18,98	F04	4,48	703	703	703	750	750	750
B051	05	18,98 a 26,38	F04	7,40	242	242	242	406	406	406
B051	06	26,38 a 27,11	F04	0,73	24	24	24	40	40	40
C485	01	0 a 7,12	F05	7,12	236	236	236	398	398	398
C485	02	7,7 a 16,02	F05	8,21	289	289	289	491	491	491
C485	03	16,74 a 18,67	F05	1,93	68	68	68	392	392	392
C485	04	18,67 a 18,96	F05	0,29	10	10	10	17	17	17
C485	05	18,9 a 20	F05	1,10	39	39	39	223	223	223
C595	01	0 a 2,38	F04	2,38	50	50	50	108	108	108
C595	02	2,38 a 5,13	F04	2,75	97	97	97	165	165	165
C595	03	5,13 a 9,8	F04	4,67	164	164	164	214	214	214
C595	04	9,8 a 20	F04	5,90	208	208	208	353	353	353
C595	05	20 a 26,5	F04	3,26	115	115	115	149	149	149
C595	06	26,5 a 30,44	F04	3,94	139	139	139	236	236	236
C595	07	30,98 a 31,82	F04	0,84	30	30	30	38	38	38
D205	01	0 a 2,36	F04	2,36	50	50	50	75	75	75
D205	02	2,36 a 7,3	F04	4,94	164	164	164	216	216	216
D305	01	0 a 8,56	F04	8,56	284	284	284	478	478	478
D305	02	8,56 a 22,2	GR3	13,64	1.896	1.897	1.898	2.041	2.041	2.042
D305	03	22,2 a 26,4	GR3	4,20	584	584	584	628	629	629
D305	04	26,4 a 27,6	EST1	1,20	190	190	190	203	203	203
D315	01	0 a 1,78	F04	1,78	63	63	63	82	82	82
D325	01	0 a 1,01	F04	1,01	21	21	21	44	44	44
D410	01	0 a 3,8	F04	3,80	132	132	132	172	172	172
D419	01	0 a 1,6	F04	1,60	34	34	34	73	73	73
D420	01	0 a 3,7	F04	3,70	128	128	128	167	167	167
D420	02	3,7 a 6,4	F04	2,70	94	94	94	122	122	122
D420	03	6,4 a 11,36	F04	4,96	172	172	172	224	224	224
D440	01	0 a 11,8	F04	11,80	416	416	416	706	706	706
D505	01	0,45 a 7,2	F05	6,75	224	224	224	296	296	296
D505	02	7,2 a 11	F05	3,80	80	80	80	121	121	121
D505	03	11 a 12,5	F05	1,50	50	50	50	84	84	84
D505	04	12,5 a 15,92	F05	3,42	114	114	114	150	150	150
D505	05	16,7 a 23,95	F05	7,25	241	241	241	405	405	405
D505	06	23,95 a 29	F05	5,05	107	107	107	225	225	225
D505	07	29 a 36,2	F05	7,20	248	248	248	419	419	419
Total				433,57	19.829	19.883	19.883	28.980	28.749	28.749

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

A nivel global, a un horizonte de 10 años, los montos de inversión son del orden de los 19.8 millones de dólares en los 3 escenarios de tarifa; mientras que a 15 años las cifras se encuentra entorno a los 28.8 MM US\$. Dichos montos de inversión, en promedio superan en un 12% a los estimados con la alternativa óptima, lo que se explica por no recomendar en ninguno de los tramos la “Alternativa Base”, encareciendo así las inversiones..

10.4.2 Variación de los Km de Red Según Tipo de Caminos

En el cuadro siguiente se muestra, los km según tipo de camino que existirían anualmente de aplicarse las alternativas de mantenimiento recomendadas. Es así como los km de asfalto se incrementaría en 19.0 km por la pavimentación en el año 2014 de los km de CAPRO y Estabilizado. Mientras que los 36.7 km iniciales de ripio se reducirían a partir del año 2007 a 18.9 km, explicado por el cambio de estándar a CAPRO de 17.8 km de red.

CUADRO N° 10.18: KM DE CALZADAS SEGÚN TIPO EN LOS 15 AÑOS DE MODELACIÓN

Año	Asfalto	Hormigón	CAPRO	ESTAB	Ripio	Total
2004	367,9	27,8		1,2	36,7	433,6
2005	367,9	27,8		1,2	36,7	433,6
2006	367,9	27,8		1,2	36,7	433,6
2007	367,9	27,8	17,8	1,2	18,9	433,6
2008	367,9	27,8	17,8	1,2	18,9	433,6
2009	367,9	27,8	17,8	1,2	18,9	433,6
2010	367,9	27,8	17,8	1,2	18,9	433,6
2011	367,9	27,8	17,8	1,2	18,9	433,6
2012	367,9	27,8	17,8	1,2	18,9	433,6
2013	367,9	27,8	17,8	1,2	18,9	433,6
2014	386,9	27,8			18,9	433,6
2015	386,9	27,8			18,9	433,6
2016	386,9	27,8			18,9	433,6
2017	386,9	27,8			18,9	433,6
2018	386,9	27,8			18,9	433,6

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.4.3 Niveles de Inversión por Años

En el cuadro siguiente se presenta el histograma de inversiones para el horizonte de 15 años, tanto de rutas pavimentadas como de no pavimentadas. En términos globales, en los 3 escenarios tarifarios, el monto de inversión y gasto en rutas pavimentadas representa el 89% del total. Las cifras anuales de la red pavimentada son bastante parejas, con la excepción del mayor monto del año 2005, explicado por la ampliación de la Ruta 43, y de los años 2009 y 2018, producto de la concentración de obras de conservación periódicas en dichos años (Slyrry de Grietas Anchas y Recapado).

En lo que respecta a las rutas no pavimentadas, ellas explican el 11% de las inversiones a 15 años, observándose un significativo incremento en el año 2013 producto de la pavimentación de 19.0 km de caminos básicos. Aún cuando de menor magnitud, también se destaca un incremento en las inversiones en el años 2010, debido a la actividad de Sello Granular al 30% grietas en 17.8 km de caminos de capa de protección de la Ruta 305.

CUADRO N° 10.19: MONTO ANUAL DE INVERSIONES POR ALTERNATIVAS DE PEAJE (MUS\$)

Año	Rutas Pavimentadas			Rutas No Pavimentadas			Total		
	\$400	\$500	\$600	\$400	\$500	\$600	\$400	\$500	\$600
2004	1.818	1.817	1.816	38	39	39	1.856	1.856	1.855
2005	3.108	3.108	3.108	233	233	234	3.341	3.341	3.342
2006	1.096	1.096	1.096	234	234	234	1.331	1.331	1.331
2007	1.203	1.203	1.203	208	147	147	1.411	1.350	1.350
2008	1.870	1.869	1.869	52	51	51	1.922	1.920	1.920
2009	3.007	3.007	3.007	28	27	27	3.035	3.034	3.034
2010	875	875	875	338	337	337	1.213	1.212	1.212
2011	1.470	1.470	1.470	52	51	51	1.522	1.521	1.521
2012	1.355	1.355	1.354	28	28	28	1.383	1.383	1.382
2013	1.028	1.028	1.028	1.787	1.908	1.908	2.816	2.936	2.936
2014	1.599	1.598	1.598	15	15	15	1.614	1.613	1.613
2015	1.230	1.230	1.230	16	15	15	1.246	1.245	1.246
2016	1.731	1.672	1.672	196	15	15	1.927	1.687	1.687
2017	1.523	1.582	1.581	16	15	15	1.539	1.597	1.597
2018	2.808	2.709	2.709	16	15	15	2.824	2.724	2.724
Total	25.721	25.620	25.619	3.258	3.129	3.130	28.980	28.749	28.749

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del modelo HDM de la IV Región.

10.4.4 Niveles de Inversión por Actividad de Mantenimiento

Las actividades de conservación rutinaria son las que explican gran parte de las inversiones en caminos pavimentados, es así como de los resultados a un horizonte de 15 años, la conservación rutinaria de asfalto y hormigón explican el 52% del monto total en los 3 escenarios de peajes. En particular, y dado a la mayor cantidad de km involucrados, la mantención rutinaria de asfalto es la actividad con mayor efecto en el gasto total, explicando por sí sola el 46%.

Las actividades de conservación periódicas representan el 40% del monto total en caminos pavimentados, entre las que se destacan los Slurry y los recapados, ya que en conjunto explican el 77% de los gastos en conservación periódica.

Por último las actividades de mejoramiento en caminos pavimentados, sólo se asocian a la ampliación de calzada de 4.8 kms de la Ruta 43. El monto total de la actividad es de 2,05 MMUS\$, que representa el 8% del total de las inversiones a 15 años.

CUADRO N° 10.20: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS PAVIMENTADOS – HORIZONTE DE 15 AÑOS (CIFRAS EN M US\$)

Tipo	Actividad	Peaje \$400		Peaje \$500		Peaje \$600	
		Monto	%	Monto	%	Monto	%
Rutinaria	Rutinaria Asfalto	11.870	46%	11.870	46%	11.870	46%
	Rutinaria Hormigón	1.451	6%	1.451	6%	1.451	6%
	Subtotal	13.321	52%	13.321	52%	13.321	52%
Periódica	Slurry Seal grietas anchas	5.635	22%	5.537	22%	5.537	22%
	Recapado	2.395	9%	2.395	9%	2.395	9%
	Cepillado	1.607	6%	1.604	6%	1.603	6%
	Sello Granular PA	709	3%	709	3%	709	3%
	Reemplazo de losas	3	0%	3	0%	3	0%
	Sello Elastomérico de Juntas	1	0%	1	0%	1	0%
	Reemplazo de drenes	0	0%	0	0%	0	0%
	Bacheo	0	0%	0	0%	0	0%
	Subtotal	10.350	40%	10.249	40%	10.247	40%
Mejoramiento	Ampliación de Calzada	2.051	8%	2.051	8%	2.051	8%
	Subtotal	2.051	8%	2.051	8%	2.051	8%
Total		25.721	100%	25.620	100%	25.619	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos pavimentados.

En lo que respecta a caminos no pavimentados, se observa del cuadro siguiente la fuerte participación de las actividades de mejoramiento, ya que éstas explican entre el 60% y 62% del monto total invertido en los 15 años. Específicamente la actividad de mayor importancia corresponde al cambio de estándar de CAPRO a doble tratamiento superficial, concentrando ésta más del 51% de las inversiones en los 3 escenarios tarifarios.

Las actividades de conservación periódica representan el 30% del gasto total, entre las que se destacan el Recebo y Sello Granular de CAPRO, toda vez que en los distintos escenarios de demanda concentran el 93% del monto de conservación periódica. Por último, la conservación rutinaria de los caminos no pavimentados explican el 10% del gasto total de los 15 años de análisis.

CUADRO N° 10.21: MONTOS DE INVERSIÓN POR ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS – HORIZONTE DE 15 AÑOS (CIFRAS EN M US\$)

Tipo	Actividad	Peaje \$400		Peaje \$500		Peaje \$600	
		Monto	%	Monto	%	Monto	%
Rutinaria	Rutinaria No Pavimentado	230	7%	230	7%	230	7%
	Rutinaria CAPRO	85	3%	85	3%	85	3%
	Rutinaria ESTAB	8	0%	8	0%	8	0%
	Subtotal	323	10%	323	10%	323	10%
Periódica	Recebo	602	18%	482	15%	482	15%
	Sello Granular CAPRO	310	10%	310	10%	310	10%
	Reperfilado	70	2%	61	2%	62	2%
	Subtotal	981	30%	852	27%	853	27%
Mejoramiento	C. Estándar: CAPRO a DTS	1.648	51%	1.648	53%	1.648	53%
	C. Estándar: Grava a CAPRO	195	6%	195	6%	195	6%
	C. Estándar: Estabilizado a DTS	111	3%	111	4%	111	4%
	Subtotal	1.954	60%	1.954	62%	1.954	62%
Total		3.258	100%	3.129	100%	3.130	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la modelación de caminos No pavimentados.

10.4.5 Detalle de Niveles de Inversión por Ruta

A continuación se presenta el detalle de los montos de inversión por ruta, año y tipo de actividad de conservación y mejoramiento. Los resultados que se presentan en cada uno de los casos, corresponden a los del escenario a 15 años con peaje base de \$400. Cabe observar que para los 3 escenarios de peajes analizados, se obtuvo prácticamente el mismo monto de inversión, por lo que la elección de una tarifa en particular, sólo es por fines de edición e interpretación de los resultados.

- ? Ruta 43 Ovalle – Serena: Representa el 26% del total de las inversiones de la Red Piloto –la segunda en importancia–. En el cuadro siguiente se aprecia una fuerte concentración del gasto en los 2 primeros años del horizonte de análisis. En el año 2004 el mayor gasto principalmente se explica por un Recapado en 4.4 km de asfalto y un Cepillado en 8.9 km de hormigón. En el año 2005 en cambio, se realiza la ampliación de calzada de 4.8 de la Cuesta Las Cardas.

CUADRO N° 10.22: INVERSIÓN RUTA 43: OVALLE – SERENA – PEAJE \$400 (CIFRAS EN M US\$)

Año	Rutinaria	Ampliación	Slurry	Recapado	Cepillado	Otras	Total	%
2004	199,1	2.050,8	10,4	695,5	195,3		1.100,3	14%
2005	199,1		182,9			0,0	2.432,8	32%
2006	199,1		124,9			0,4	324,4	4%
2007	199,1					0,0	199,1	3%
2008	199,1					0,5	199,6	3%
2009	199,1		83,0			0,1	282,2	4%
2010	199,1					0,4	199,4	3%
2011	199,1		108,9			0,0	308,0	4%
2012	199,1		156,5			0,4	355,9	5%
2013	199,1		49,2			0,1	328,8	4%
2014	199,1	2.050,8	269,0	695,5	334,3	0,4	468,4	6%
2015	199,1		171,7			0,0	370,8	5%
2016	199,1					58,7	257,8	3%
2017	199,1		291,9			0,5	491,5	6%
2018	199,1		108,9				308,0	4%
Total	2.986,2	2.050,8	1.557,3	695,5	334,3	2,8	7.627,0	100%
%	39%	27%	20%	9%	4%	0%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Ruta 41 Serena – Guanta: El gasto de la ruta explica el 28% del total de las inversiones de la Red Piloto, siendo así la ruta más importante en dicho aspecto. La conservación rutinaria de sus 144 km representa el 55% del monto total en la ruta, mientras que el 45% restante se concentra en actividades de conservación periódica. Se observa en el cuadro siguiente, la mayor concentración del gasto en los años 2008, 2011 y 2016. En el primero de ellos, se realiza un Recapado de 2.65 km de asfalto, Cepillado de 7.6 km de hormigón y Slurry de 16.2 km de Asfalto.

CUADRO N° 10.23: INVERSIÓN RUTA 41: SERENA – GUANTA – PEAJE \$400 (CIFRAS EN M US\$)

Año	Rutinaria	Slurry	Cepillado	Recapado	Recebo	Sello Granular	Otras	Total	%
2004	294,9						1,1	296,1	4%
2005	294,9						1,2	296,1	4%
2006	294,9	92,4					1,1	388,5	5%
2007	294,9		182,2		180,2		2,3	659,6	8%
2008	294,9	228,1	256,5	277,5		79,0	2,4	1.138,4	14%
2009	294,9						2,3	297,2	4%
2010	294,9						2,2	297,2	4%
2011	294,9	297,4	189,2				2,3	783,9	10%
2012	294,9	197,5					2,4	494,9	6%
2013	294,9		23,7				2,3	320,9	4%
2014	294,9		246,1				2,2	543,3	7%
2015	294,9	56,0					3,4	354,3	4%
2016	294,9	213,9		388,3	180,2	88,8	3,6	1.169,6	15%
2017	294,9	56,6	20,1				3,4	375,1	5%
2018	294,9	65,3	237,8				3,4	601,4	8%
Total	4.424,2	1.207,2	1.155,7	665,8	360,3	167,8	35,5	8.016,6	100%
%	55%	15%	14%	8%	4%	2%	0%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Ruta 45 Socos – Ovalle: Para los 3 escenarios tarifarios, las inversiones en la ruta representan el 6% del total de la red. Se observa en el cuadro siguiente una fuerte concentración de los gastos en las actividades de conservación rutinaria y Slurry, explicando en conjunto el 93% del total.

CUADRO N° 10.24: INVERSIÓN RUTA 45: SOCOS –OVALLE – PEAJE \$400 (CIFRAS EN M US\$)

Año	Rutinaria	Slurry	Cepillado	Otras	Total	%
2004	72,7		42,1		114,9	7%
2005	72,7				72,7	4%
2006	72,7				72,7	4%
2007	72,7				72,7	4%
2008	72,7				72,7	4%
2009	72,7	174,5			247,2	14%
2010	72,7				72,7	4%
2011	72,7				72,7	4%
2012	72,7		74,6		147,3	8%
2013	72,7				72,7	4%
2014	72,7	28,1			100,9	6%
2015	72,7	87,2		0,1	160,0	9%
2016	72,7	39,4			112,1	6%
2017	72,7	174,5			247,2	14%
2018	72,7	49,0			121,7	7%
Total	1.090,7	552,7	116,7	0,1	1.760,2	100%
%	62%	31%	7%	0%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Ruta 51 Acceso a Andacollo: La conservación rutinaria en la ruta representa el 46% del gasto total de los 15 años, destacándose además 3 actividades de conservación periódica que explican el incremento de las inversiones en ciertos años de análisis. En particular, en el año 2009 se realiza un Recapado de 4.5 km y Slurry de otros 6.8 km de asfalto,

generando con ello una fuerte concentración del gasto en dicho año, alcanzando el 38% del total.

CUADRO N° 10.25: INVERSIÓN RUTA 51: RUTA 43 – ANDACOLLO – PEAJE \$400 (CIFRAS EN M US\$)

Año	Rutinaria	Recapado	Sello Granular	Slurry	Total	%
2004	57,3				57,3	3%
2005	57,3				57,3	3%
2006	57,3				57,3	3%
2007	57,3		146,0		203,4	11%
2008	57,3				57,3	3%
2009	57,3	556,4		96,0	709,7	38%
2010	57,3				57,3	3%
2011	57,3				57,3	3%
2012	57,3				57,3	3%
2013	57,3				57,3	3%
2014	57,3			108,1	165,4	9%
2015	57,3				57,3	3%
2016	57,3				57,3	3%
2017	57,3				57,3	3%
2018	57,3		94,1		151,5	8%
Total	859,9	556,4	240,2	204,0	1.860,5	100%
%	46%	30%	13%	11%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Ruta 485 Rivadavia – Pisco Elqui: Las inversiones son explicadas por la conservación rutinaria (39%) y dos actividades de conservación periódica: Recapado (31%) y Slurry (30%). La primera de ellas se realiza en el último año de la serie, abarcando 3.0 km; mientras que los Slurry se concentran en los años 2009 y 2018 , abarcando un kilometraje de 18.4 y 15.3 km, respectivamente. Producto de esas actividades de conservación periódica, en el año 2018 se concentran el 47% de las inversiones.

CUADRO N° 10.26: INVERSIÓN RUTA 485: RIVADAVIA – PISCO ELQUI – PEAJE \$400 (CIFRAS M US\$)

Año	Rutinaria	Recapado	Slurry	Total	%
2004	39,4			39,4	3%
2005	39,4			39,4	3%
2006	39,4		4,1	43,5	3%
2007	39,4			39,4	3%
2008	39,4			39,4	3%
2009	39,4		244,0	283,5	19%
2010	39,4			39,4	3%
2011	39,4			39,4	3%
2012	39,4			39,4	3%
2013	39,4			39,4	3%
2014	39,4			39,4	3%
2015	39,4			39,4	3%
2016	39,4		4,1	43,5	3%
2017	39,4			39,4	3%
2018	39,4	476,8	201,4	717,6	47%
Total	591,6	476,8	453,6	1.521,9	100%
%	39%	31%	30%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Ruta 505 Ruta 5 - Ovalle: Se observa en el cuadro siguiente la fuerte concentración del gasto en la actividad de conservación rutinaria, ya que explica el 65% del total. También son relevantes los Slurry contemplados en los años 2009 y 2018, que abarcan respectivamente 26.1 km y 19.8 km. Por último el Sello Granular previsto para el año 2017 en 5.1 km de asfalto, permite explicar el 4% del total del gasto en conservación de la ruta.

CUADRO N° 10.27: INVERSIÓN RUTA 505: RUTA 5 – OVALLE – PEAJE \$400 (CIFRAS M US\$)

Año	Rutinaria	Slurry	Sello Granular	Bacheo	Total	%
2004	73,9				73,9	4%
2005	73,9				73,9	4%
2006	73,9				73,9	4%
2007	73,9				73,9	4%
2008	73,9				73,9	4%
2009	73,9	323,7			397,6	23%
2010	73,9				73,9	4%
2011	73,9				73,9	4%
2012	73,9				73,9	4%
2013	73,9				73,9	4%
2014	73,9				73,9	4%
2015	73,9				73,9	4%
2016	73,9			0,0	74,0	4%
2017	73,9		64,3		138,3	8%
2018	73,9	201,0		0,0	275,0	16%
Total	1.109,2	524,7	64,3	0,0	1.698,3	100%
%	65%	31%	4%	0%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Ruta 595 Ovalle – Samo Alto: La conservación rutinaria en la ruta representa el 60% del gasto total de los 15 años, destacándose además 2 actividades de conservación periódica que explican el fuerte incremento de las inversiones en ciertos años de análisis. En particular en el año 2009 se prevén Slurry de 21.4 km de la ruta, lo que genera que en el año se concentren el 28% del total de las inversiones. En el año 2018 también se observa una nueva concentración del monto de conservación, producto de Slurry de 12.6 km.

CUADRO N° 10.28: INVERSIÓN RUTA 595: OVALLE – SAMO ALTO – PEAJE \$400 (CIFRAS EN M US\$)

Año	Rutinaria	Slurry	Sello Granular	Total	%
2004	50,2			50,2	4%
2005	50,2			50,2	4%
2006	50,2			50,2	4%
2007	50,2			50,2	4%
2008	50,2			50,2	4%
2009	50,2	300,5		350,7	28%
2010	50,2			50,2	4%
2011	50,2			50,2	4%
2012	50,2			50,2	4%
2013	50,2			50,2	4%
2014	50,2		32,2	82,4	7%
2015	50,2			50,2	4%
2016	50,2			50,2	4%
2017	50,2			50,2	4%
2018	50,2	177,1		227,3	18%
Total	753,0	477,7	32,2	1.262,9	100%
%	60%	38%	3%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Rutas 410, 419, 420 y 440 Accesos a Tongoy y Guanaqueros: Las inversiones principalmente son explicadas por la conservación rutinaria, con un 62% del total. En lo que respecta a las conservaciones periódicas, éstas se concentran en 2 actividades: Slurry (24%) y Sello Granular (14%). La primera de ellas, principalmente se llevan a cabo en los años 2009 y 2018; mientras que el Sello Granular en el año 2008. Producto de esas actividades de conservación periódica, en el año 2008, 2009 y 2018 se concentran el 45% de las inversiones.

CUADRO N° 10.29: INVERSIÓN RUTAS 410, 419, 420 Y 440: ACCESOS TONGOY Y GUANAQUEROS
 PEAJE \$400 (CIFRAS EN M US\$)

Año	Rutinaria	Slurry	Sello Granular	Bacheo	Total	%
2004	60,4				60,4	4%
2005	60,4				60,4	4%
2006	60,4				60,4	4%
2007	60,4				60,4	4%
2008	60,4		153,5		213,9	15%
2009	60,4	166,0			226,4	15%
2010	60,4				60,4	4%
2011	60,4				60,4	4%
2012	60,4		51,3		111,7	8%
2013	60,4				60,4	4%
2014	60,4				60,4	4%
2015	60,4			0,1	60,5	4%
2016	60,4	22,5			82,9	6%
2017	60,4				60,4	4%
2018	60,4	166,0			226,4	15%
Total	905,9	354,6	204,8	0,1	1.465,4	100%
%	62%	24%	14%	0%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

- ? Rutas 205, 305, 315 y 325 Mallo Norte al Río Elqui: La conservación rutinaria representa el 25% del gasto total de los 15 años, destacándose además los montos de inversión en cambio de estándar a DTS y Capa de Protección. El mejoramiento a DTS, se prevé para el año 2013, abarcando un total de 19 km de la ruta D-305; el cambio de estándar a CAPRO, se contempla en el año 2006 para 17.8 km de la misma ruta D-305.

CUADRO N° 10.30: INVERSIÓN RUTAS 205, 305, 315 Y 325: MALLA NORTE AL RÍO ELQUI
PEAJE \$400 (CIFRAS EN M US\$)

Año	Rutinaria	Cambio Estándar a DTS	Cambio Estándar a CAPRO	Sello Granular CAPRO	Slurry	Recebo	Otras	Total	%
2004	52,4						10,6	63,0	2%
2005	52,4					193,9	11,6	258,0	7%
2006	52,4		194,8				12,7	259,9	7%
2007	52,4							52,4	1%
2008	52,4					23,8		76,2	2%
2009	52,4				187,9			240,3	6%
2010	52,4			309,9				362,3	10%
2011	52,4					23,9		76,3	2%
2012	52,4							52,4	1%
2013	52,4	1.759,4						1.811,8	48%
2014	79,7							79,7	2%
2015	79,7							79,7	2%
2016	79,7							79,7	2%
2017	79,7						0,0	79,7	2%
2018	79,7				115,4			195,1	5%
Total	922,9	1.759,4	194,8	309,9	303,3	241,6	34,9	3.766,6	100%
%	25%	47%	5%	8%	8%	6%	1%		

Fuente: Resultados del modelo HDM de la IV Región – Escenario 15 Años y Peaje de \$400.

10.5 ESTIMACIÓN DE INGRESOS Y RENTABILIDAD PRIVADA

De acuerdo a la información proporcionada por Concesiones, el proyecto de mantención de la red piloto de la IV Región, contempla la operación de 2 plazas de peajes. La primera ubicada en la Ruta 43 entre Pejerreyes y el inicio de la Cuesta Las Cardas, mientras que la segunda en la Ruta 41 CH entre El Molle y Puclaro. Para ambas plazas se consideró el siguiente vector de peajes por tipología de vehículos:

CUADRO N° 10.31: VALOR DE PEAJES POR TIPOLOGÍA DE VEHÍCULOS

Tipo de Vehículos	Peaje 1	Peaje 2	Peaje 3
Vehículo Liviano	\$400	\$500	\$600
Buses	\$700	\$900	\$1.000
Camiones de 2 Ejes	\$700	\$900	\$1.000
Camiones de Más de 2 Ejes	\$1.300	\$1.600	\$2.000

Fuente: Información proporcionada por la Unidad de Concesiones.

La demandas vehiculares en los sectores donde se ubicarían las plazas de peajes, fueron proporcionadas por la Unidad de Concesiones, específicamente se entregó la siguiente información por corte temporal, tipo de vehículo y escenario de tarifa.

CUADRO N° 10.32: INFORMACIÓN DE DEMANDAS EN LOS SECTORES DE COBRO (VEH/DÍA)

Ruta	Año	Peaje Base	Vehículos Livianos	Buses	Camiones de 2 ejes	Camiones de más de 2 ejes
Ruta 43	2003	\$400	840	186	120	140
		\$500	839	186	120	139
		\$600	839	186	119	139
	2008	\$400	1117	232	176	172
		\$500	1117	232	176	172
		\$600	1116	232	175	171
	2013	\$400	1338	290	230	231
		\$500	1337	290	230	231
		\$600	1337	290	230	230
	2018	\$400	1549	364	294	308
		\$500	1548	364	294	307
		\$600	1547	364	294	307
Ruta 41 CH	2003	\$400	920	215	155	203
		\$500	919	215	148	193
		\$600	919	215	146	182
	2008	\$400	1258	269	223	315
		\$500	1258	269	213	302
		\$600	1257	269	212	286
	2013	\$400	1514	338	293	414
		\$500	1514	338	281	397
		\$600	1513	338	279	377
	2018	\$400	1775	425	377	533
		\$500	1774	425	362	513
		\$600	1774	425	360	487

Fuente: Información proporcionada por Unidad de Concesiones.

Tal como se aprecia, en ambas rutas y para los 4 cortes temporales, las demandas por tipo de vehículos son prácticamente las mismas en el umbral de peajes analizado; es decir las demandas resultaron prácticamente inelásticas entre los peajes base de \$400 y \$600.

Utilizando el vector tarifario y la información de demanda proporcionada por Concesiones, fue posible generar los ingresos por escenario tarifario en el horizonte de análisis. Cabe observar que entre cortes temporales, se consideró que la demanda crece linealmente.

CUADRO N° 10.33: INGRESOS DE LA CONCESIÓN (MM \$ POR AÑO)

Año	Ingresos por Peaje en Ruta 43			Ingresos por Peaje en Ruta 41			Ingresos Totales		
	Peaje 1 (\$400)	Peaje 2 (\$500)	Peaje 3 (\$600)	Peaje 1 (\$400)	Peaje 2 (\$500)	Peaje 3 (\$600)	Peaje 1 (\$400)	Peaje 2 (\$500)	Peaje 3 (\$600)
2004	635	788	925	724	911	1.076	1.360	1.699	2.002
2005	678	842	989	776	975	1.153	1.454	1.816	2.141
2006	721	895	1.052	827	1.039	1.229	1.548	1.934	2.281
2007	764	948	1.115	878	1.104	1.306	1.643	2.052	2.420
2008	807	1.002	1.178	930	1.168	1.382	1.737	2.170	2.560
2009	849	1.054	1.239	983	1.235	1.461	1.832	2.289	2.700
2010	891	1.106	1.300	1.036	1.302	1.540	1.927	2.408	2.840
2011	933	1.157	1.361	1.089	1.369	1.620	2.022	2.526	2.980
2012	975	1.209	1.422	1.143	1.436	1.699	2.117	2.645	3.121
2013	1.016	1.261	1.483	1.196	1.503	1.778	2.212	2.764	3.261
2014	1.065	1.321	1.553	1.266	1.590	1.882	2.330	2.911	3.435
2015	1.113	1.381	1.623	1.335	1.678	1.985	2.448	3.059	3.609
2016	1.161	1.441	1.694	1.405	1.766	2.089	2.566	3.206	3.783
2017	1.209	1.500	1.764	1.475	1.853	2.193	2.684	3.354	3.957
2018	1.258	1.560	1.834	1.545	1.941	2.297	2.802	3.501	4.131
Total	14.077	17.464	20.530	16.607	20.870	24.690	30.685	38.334	45.219

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de demanda proporcionada por la Unidad de Concesiones del MOP.

Tal como se observa del cuadro, los niveles de ingreso a 15 años fluctúan entre los 30.685 y 45.219 millones de pesos. Tal diferencia es sólo por efecto del valor del peaje, ya que la demanda es prácticamente inelástica en el intervalo tarifario analizado.

Tal como se muestra a continuación, para el escenario de menor tarifa se alcanzaría una rentabilidad positiva del proyecto a un horizonte de 15 años. En efecto, al considerar el costos de conservación asociados a la tarifa de \$400, y un gasto operacional de 0.86 MM US\$ por año (estimación proporcionada por Concesiones), se genera un Beneficio Actual Neto de la Inversiones de 2.26 MMUS\$ –tasa de descuento del 10%– y una TIR del 22%.

Se debe observar sin embargo, que a 10 años el proyecto no resulta rentable del punto de vista privado, ya que VAN resultante para una tarifa de \$400 es de –0.07 MMUS\$.

CUADRO N° 10.33: INDICADORES DE RENTABILIDAD A 15 AÑOS Y PEAJE DE \$400 (CIFRAS MMUS\$)

Año	Ingresos (\$400)	Costos Mantención	Gastos de Operación	Beneficios Anuales
2004	2,27	1,86	0,86	-0,45
2005	2,42	3,34	0,86	-1,78
2006	2,58	1,33	0,86	0,39
2007	2,74	1,41	0,86	0,47
2008	2,90	1,92	0,86	0,11
2009	3,05	3,03	0,86	-0,84
2010	3,21	1,21	0,86	1,14
2011	3,37	1,52	0,86	0,99
2012	3,53	1,38	0,86	1,29
2013	3,69	2,82	0,86	0,01
2014	3,88	1,61	0,86	1,41
2015	4,08	1,25	0,86	1,97
2016	4,28	1,93	0,86	1,49
2017	4,47	1,54	0,86	2,07
2018	4,67	2,82	0,86	0,99
Total	51,14	28,98	12,90	9,26
VAN (Tasa del Descuento del 10%)				2,26
TIR				22 %

Nota: Se supuso valor del Dólar de \$600

A tarifas de \$500 y \$600 el proyecto claramente presenta una buena rentabilidad, ya que los ingresos se incrementan en igual magnitud que el aumento de los peajes, mientras que los costos son prácticamente los mismos entre escenarios tarifarios.

CUADRO N° 10.34: INDICADORES DE RENTABILIDAD A 10 Y 15 AÑOS
 PARA PEAJES DE \$500 Y \$600 (CIFRAS MMUS\$)

Año	PEAJE ESCENARIO 2: \$500				PEAJE ESCENARIO 3: \$600			
	Ingresos	Costos Mantenc.	Gastos de Operación	Beneficios Anuales	Ingresos	Costos Mantenc.	Gastos de Operación	Beneficios Anuales
2004	2,83	1,86	0,86	0,12	3,34	1,86	0,86	0,62
2005	3,03	3,34	0,86	-1,17	3,57	3,34	0,86	-0,63
2006	3,22	1,33	0,86	1,03	3,80	1,33	0,86	1,61
2007	3,42	1,35	0,86	1,21	4,03	1,35	0,86	1,82
2008	3,62	1,92	0,86	0,84	4,27	1,92	0,86	1,49
2009	3,81	3,03	0,86	-0,08	4,50	3,03	0,86	0,61
2010	4,01	1,21	0,86	1,94	4,73	1,21	0,86	2,66
2011	4,21	1,52	0,86	1,83	4,97	1,52	0,86	2,59
2012	4,41	1,38	0,86	2,17	5,20	1,38	0,86	2,96
2013	4,61	2,94	0,86	0,81	5,43	2,94	0,86	1,64
2014	4,85	1,61	0,86	2,38	5,72	1,61	0,86	3,25
2015	5,10	1,25	0,86	2,99	6,01	1,25	0,86	3,91
2016	5,34	1,69	0,86	2,80	6,30	1,69	0,86	3,76
2017	5,59	1,60	0,86	3,13	6,59	1,60	0,86	4,14
2018	5,84	2,72	0,86	2,25	6,88	2,72	0,86	3,30
Total	63,89	28,75	12,90	22,24	75,37	28,75	12,90	33,72
VAN a 15 Años				8,25				13,57
TIR a 15 Años				111%				-
VAN a 10 Años				4,29				8,22
TIR a 10 Años				111%				-

Nota: Se supuso valor del Dólar de \$600

10	MODELACIÓN DE RED PILOTO DE LA IV REGIÓN.....	10-1
10.1	POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN MODELADAS.....	10-1
10.2	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN PARA LA POLÍTICA ÓPTIMA	10-4
10.3	RESULTADOS POR RUTAS Y PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN 10-7	
10.3.1	<i>Resultados Ruta 43</i>	10-7
10.3.2	<i>Resultados Ruta 41</i>	10-8
10.3.3	<i>Resultados Ruta 51</i>	10-10
10.3.4	<i>Resultados Ruta 485</i>	10-10
10.3.5	<i>Resultados Ruta 595</i>	10-11
10.3.6	<i>Resultados Ruta 45</i>	10-12
10.3.7	<i>Resultados Ruta 505</i>	10-12
10.3.8	<i>Resultados Rutas 410, 419, 420 y 440</i>	10-13
10.3.9	<i>Resultados Rutas 205, 305, 315 y 325</i>	10-14
10.4	MONTOS DE INVERSIÓN DE ALTERNATIVA RECOMENDADA	10-15
10.4.1	<i>Síntesis de Alternativas Recomendadas por Tramos de la Red Piloto</i>	10-15
10.4.2	<i>Variación de los Km de Red Según Tipo de Caminos</i>	10-17
10.4.3	<i>Niveles de Inversión por Años</i>	10-17
10.4.4	<i>Niveles de Inversión por Actividad de Mantenimiento</i>	10-18
10.4.5	<i>Detalle de Niveles de Inversión por Ruta</i>	10-20
10.5	ESTIMACIÓN DE INGRESOS Y RENTABILIDAD PRIVADA	10-26