

## 12 EVALUACION SOCIAL

En el capítulo anterior se identificaron las vías relevantes para la dinámica productiva de la Macrozona Centro-Sur, y además se propuso una serie de proyectos que permiten introducir mejoras en la conectividad local, regional e interregional. En base a esto se definieron los proyectos viales para el área de estudio, lo cual se tradujo en la proposición de una serie de intervenciones de distinto nivel sobre el conjunto de vías seleccionado, que son función a su vez de las solicitudes de flujo que se proyectan para dichas vías. El resultado obtenido son dos planes de proyectos viales preliminares, donde cada proyecto está caracterizado por el tipo de intervención definido y el costo de inversión y mantenimiento asociado.

En este capítulo se presenta la evaluación social de los planes de proyecto planteados, obteniendo indicadores que reflejan la conveniencia de implementar los proyectos pertenecientes a dichos planes. Los indicadores permiten establecer además las ventajas y desventajas de cada uno de los proyectos viales que conforman ambos planes, en el supuesto que se obtenga como resultado que más de un plan sea rentable socialmente. Posteriormente, en un proceso denominado optimización, se define y evalúa un nuevo plan, el cual tiene por objetivo maximizar la inversión en obras. Finalmente la totalidad de los planes son sometidos a un análisis de sensibilización.

La evaluación económica involucra tres antecedentes de modelación que permiten calcular los indicadores de rentabilidad:

**Modelo de Transporte EMME/2:** A partir de la simulación de transporte con EMME/2 se obtiene como resultado para cada proyecto, corte temporal, período y tipo de vehículo, los flujos y tiempos de viaje de equilibrio para cada arco de la red.

**Modelo de Evaluación COPER:** Para cada plan, corte temporal y modo, COPER permite calcular el costo operacional de cada tipo de vehículo para cada arco de la red. En este caso, se han considerados los siguientes ítems de costo:

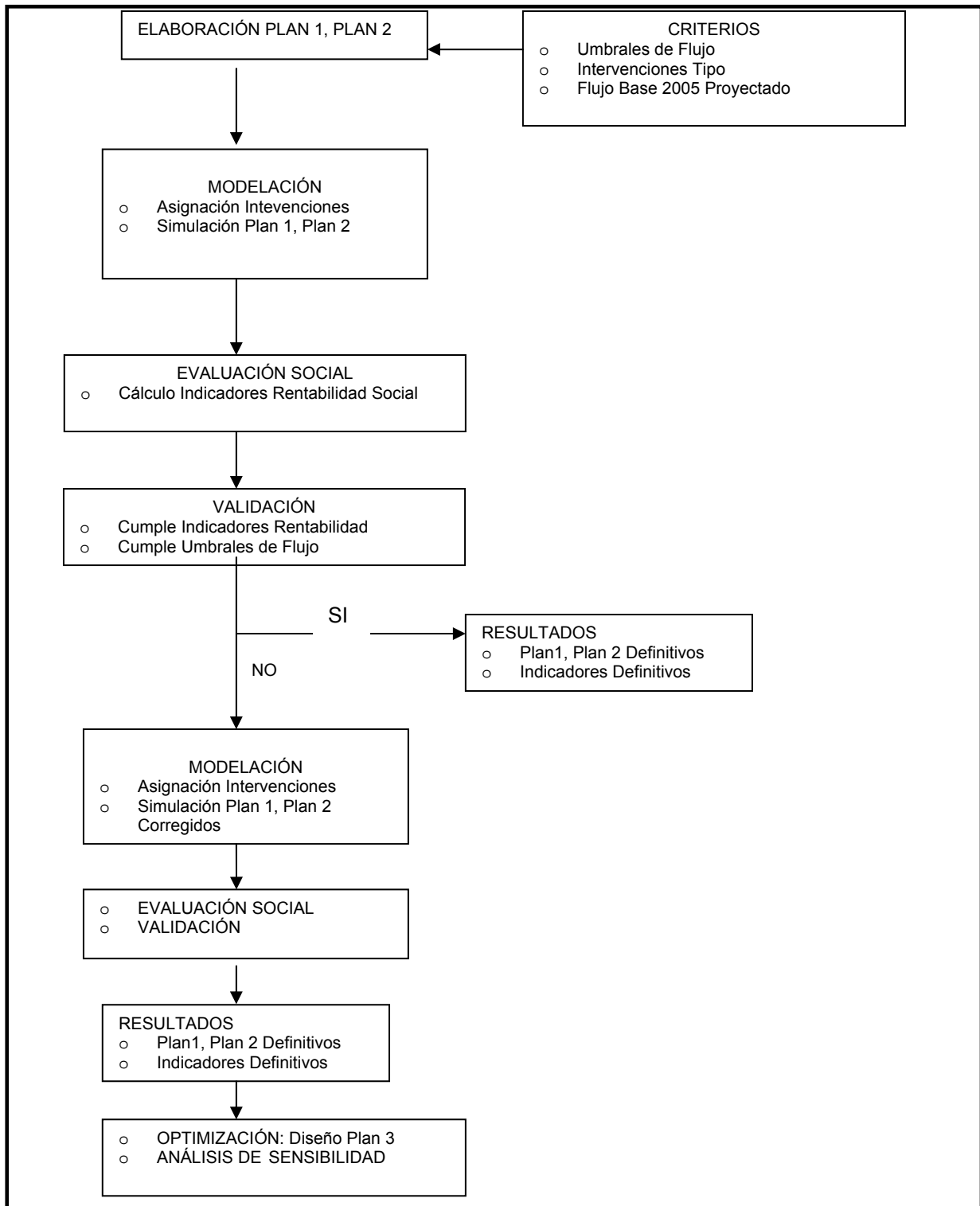
- Consumo de combustible
- Consumo de lubricantes
- Consumo de neumáticos
- Consumo en mantención
- Depreciación del vehículo

**Montos de inversión y mantención de los proyectos viales:** Se ha calculado un valor aproximado de los montos de inversión que requiere cada uno de los planes de proyecto, en base a valores medios de construcción por tipo de camino. Por otro lado, se ha realizado una estimación con HDM-IV para definir el programa de mantenciones, según tipo de carpeta y rango de flujo a la que se somete en el tiempo.

## 12.1 METODOLOGIA APLICADA

La metodología utilizada consta de cuatro fases, las cuales se describen en el diagrama que se presenta en la Figura N° 12.1-1.

**Figura N° 12.1-1  
Metodología Evaluación Social de Planes**



La fase de **evaluación preliminar** tiene por objeto incorporar todos los proyectos viales detectados e incluidos en los planes 1 y 2 definidos en la etapa de identificación. La idea es estudiar el potencial de cada uno de los proyectos y asignar una intervención tipo en cada corte temporal analizado. La fase culmina con la aplicación del modelo de transporte, obteniendo flujos para cada proyecto, y con la evaluación de la rentabilidad social de ambos planes.

Dado que, como se demuestra en el resto del documento, los indicadores de rentabilidad y cumplimiento de umbrales de intervención no resultaron satisfactorios en el primer intento, fue necesario desarrollar una segunda fase de evaluación, denominada **evaluación definitiva**. Esta consistió en revisar los planes estudiados seleccionando aquellos proyectos que requieren de la intervención asignada, y actualizando las intervenciones propuestas en función de los flujos vehiculares obtenidos con el modelo. En este caso además se eliminaron aquellos proyectos que poseen un flujo que no supera el umbral requerido para un mejoramiento. Dado lo anterior se re-estimaron los indicadores de rentabilidad para los planes ahora denominados definitivos, y en base a estos resultados, se determinó cual es el plan de proyectos que entrega mayores beneficios sociales a los usuarios de la red.

La tercera fase, **optimización**, consistió en evaluar un nuevo plan (Plan 3) el cual está conformado por el mejor plan definitivo más aquellos proyectos exclusivos pertenecientes al peor plan y que puedan ser un aporte al plan seleccionado, en términos de flujos atendidos y de indicadores de rentabilidad.

La cuarta fase, **análisis de sensibilidad** consiste en evaluar el impacto sobre las evaluaciones realizadas, producto de la implementación de políticas de financiamiento para las obras estudiadas. De esta manera se analiza el efecto de la tarifa sobre los flujos asignados y sobre la evaluación social, al considerar la operación por concesión de los ejes Ruta 66 y Ruta I-50.

Para el cálculo de indicadores se aplicó el procedimiento tradicional de comparar los consumos de cada plan con respecto a la Situación Base proyectada. Al contrastar los resultados con respecto a la Situación Base, se obtienen indicadores de corto plazo (Tasa de Retorno Inmediata, TRI), y de largo plazo (Tasa interna de retorno TIR) y Valor Actual Neto (VAN) lo cual permite comparar la bondad de ambos planes.

En cuanto a los costos de operación vehicular y de consumo de tiempo, estos son estimados en un contexto de red, es decir se consideran todos los arcos de la red de modelación y los tipos de vehículos analizados. Con lo anterior, se obtiene información desagregada a nivel de períodos y cortes temporales, tanto para la Situación Base, como para los planes de proyectos a evaluar.

En la Tabla N° 12.1-1 y la Tabla N° 12.1-2 se indican los valores sociales del tiempo y los costos sociales de operación utilizados en la presente evaluación social respectivamente.

**Tabla N° 12.1-1**  
**Valores Sociales del Tiempo**

Tipo De Vehículo	\$/Hora-Veh
Camión Liviano	3.226
Camión Pesado	3.226
Vehículo Liviano	7.215
Buses	28.936

Fuente: MIDEPLAN en \$ Diciembre 2004

**Tabla N° 12.1-2**  
**Vector de Precios Sociales por Insumo**  
**(\$ Diciembre 2004)**

Ítemizado	Categorías de Vehículos					
	Unidades	Autos	Camionetas	Camiones Simples	Camiones Pesados	Buses
Combustible	(\$/litro)	243	247	250	254	254
Lubricante	(\$/litro)	1.904	1.904	955	955	955
Neumáticos	(\$/unidad)	18.621	41.288	92.053	120.274	120.274
Vehículo nuevo	(miles\$/unidad)	7.713	9.148	10.197	23.812	6.783
Hora de Mantención	(\$/hora)	2.114	2.114	2.114	2.114	2.114

Fuente: MIDEPLAN Pesos de Diciembre 2004

## 12.2 EVALUACIÓN PRELIMINAR

Tal como se consigna en la metodología descrita, la evaluación preliminar se ha realizado para obtener los siguientes resultados:

- Indicadores de rentabilidad de los planes de proyectos, tal como fueron concebidos originalmente.
- En el caso de que la evaluación de él o los planes no sea satisfactoria, seleccionar los proyectos definitivos, para lo cual se aplican los criterios de asignación de proyectos en base al criterio de intervenciones en función de los rangos de TMDA obtenidos de la simulación por corte temporal.

Se debe mencionar que aquellos ejes identificados como parte de un plan y que en la actualidad no se encuentran pavimentados, para efectos de simulación inicial se modelan como pavimentados. De esta manera es posible obtener el flujo potencial para dichos ejes.

En base al supuesto anterior se procedió a realizar la simulación de los planes preliminares, cuya conformación se ha indicado en el capítulo anterior. Con los resultados de la simulación se estimaron los indicadores de rentabilidad del proyecto. En la Tabla N° 12.2-1 y la Tabla N° 12.2-2 se presentan los ahorros globales de consumos de recursos para cada plan modelado.

**Tabla Nº 12.2-1**  
**Ahorro Consumo de Tiempo de Viaje**

Escenario Simulado	2010					2020				
	VL	CS	CP	Bus	Total	VL	CS	CP	Bus	Total
Consumo (Millones \$/Año)										
Base	306.583	52.849	50.482	6.647	409.914	517.388	89.269	81.625	6.647	688.282
Plan 1	288.785	50.260	49.722	6.531	395.298	482.396	84.704	79.877	6.591	653.568
Plan 2	292.734	52.043	51.966	6.531	403.274	495.016	87.785	82.848	6.572	672.221
Beneficio (Millones \$/Año)										
Plan 1	17.798	2.589	760	116	21.263	34.992	4.565	1.749	56	41.361
Plan 2	13.849	806	-1.484	116	13.287	22.372	1.484	-1.222	75	22.708

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.2-2**  
**Ahorro Consumos Operacionales**

Escenario Simulado	2010					2020				
	VL	CS	CP	Bus	Total	VL	CS	CP	Bus	Total
Consumo (Millones \$/Año)										
Base	245.195	76.282	134.632	3.207	456.109	403.908	125.110	209.747	3.207	738.765
Plan 1	241.986	73.191	133.537	1.913	450.627	398.363	120.910	207.414	2.248	728.935
Plan 2	243.269	74.187	133.774	1.913	453.142	397.763	122.042	208.125	2.248	730.177
Beneficio (Millones \$/Año)										
Plan 1	3.210	3.091	1.095	1.293	8.689	5.545	4.200	2.332	959	13.036
Plan 2	1.927	2.096	858	1.294	6.174	6.146	3.068	1.622	959	11.795

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.2-3  
Flujo Caja Anual, Planes de Proyecto (\$ 2004)**

Año	Corte Temporal	Beneficio Neto (Millones \$)	
		Plan1	Plan2
1	2010	- 526.870	- 585.027
2	2011	31.809	20.608
3	2012	33.781	21.822
4	2013	35.875	23.108
5	2014	38.100	24.470
6	2015	40.462	25.913
7	2016	42.971	27.440
8	2017	45.635	29.057
9	2018	48.464	30.769
10	2019	51.469	32.583
11	2020	- 99.127	- 151.177
12	2021	57.338	36.120
13	2022	60.148	37.814
14	2023	63.095	39.586
15	2024	66.187	41.442
16	2025	69.430	43.385
17	2026	72.832	45.418
18	2027	76.401	47.547
19	2028	80.144	49.776
20	2029	84.071	52.110
21	2030	88.191	54.552
22	2031	92.512	57.110
23	2032	97.045	59.787
24	2033	101.801	62.589
25	2034	106.789	65.523
26	2035	112.021	68.595
27	2036	117.511	71.810
28	2037	123.269	75.176
29	2038	129.309	78.700
30	2039	135.645	82.390

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.2-4  
Indicadores Económicos de Rentabilidad**

Ítem	Plan 1	Plan 2
Inversión (Millones \$)	355.754	390.988
Conservación Millones \$ (valor actualizado)	133.972	142.250
VAN (Millones \$)	39.382	-270.496
TIR	8,6%	3,8%

Fuente: Elaboración Propia

Se advierte que el Plan 2 preliminar resulta insatisfactorio desde el punto de vista de la rentabilidad social, a pesar que entrega ahorros de recursos. Lo anterior se debe principalmente a que se han incorporado muchos proyectos que por el nivel de flujo presentado no justifican la inversión que inicialmente se había pensado para el plan.

Por otro lado, el Plan 1 posee una tasa de retorno 8.6%, por lo cual ya cumple con el requisito de la rentabilidad social exigida. No obstante, en su versión preliminar este plan no cumple la condición de umbral de flujo para las intervenciones, lo que se traduce en que posee varios proyectos que por su bajo nivel de flujo no justifican un mejoramiento

Luego, según lo planificado en la metodología, se requiere la aplicación del proceso de evaluación definitiva para ambos planes.

### 12.3 EVALUACIÓN DEFINITIVA

En la sección anterior se demostró que ambos planes de proyecto estudiados producirían beneficios a los usuarios de la red de la macrozona, en términos de conseguir importantes ahorros de consumo de recursos. Sin embargo no cumplen con los requisitos planteados en la metodología: rentabilidad, y umbrales de mejoramiento.

Desde este punto de vista, se ha realizado una redefinición y una evaluación definitiva de dichos planes, seleccionando los proyectos que integran cada plan de acuerdo a los criterios definidos en la Tabla 11.3-17 (ver Capítulo 11), y tomando como referencia los flujos obtenidos en la evaluación preliminar.

Al aplicar el criterio de selección y asignación de intervenciones, se produce la eliminación de una serie de proyectos en ambos planes, los que no cumplen con los umbrales definidos en la tabla anteriormente mencionada. Estos proyectos se indican en las Tabla N° 12.3-1 y Tabla N° 12.3-2.

**Tabla N° 12.3-1  
Proyectos No Considerados Plan1**

Proyecto	Región	Rol	Tramo	Longitud km
14	VII	K-16	Entre Sagrada Familia y Ruta 5	19,3
			Entre Villaseca y Culernar	5,0
22	VI	H-255	Entre Machalí (cruce con H-25) y Coya	17,0
		H-265	Entre Coya y Reserva Los Cipreses	12,0
32	VII	L-39	Entre Los Pequeños (L-35) y Las Hornillas	36,2
33	VII	L-391	Entre Colbún y Los Boldos	18,9
35	VI	G-888	Entre Navidad y Rapel	4,3
37	VI	H-790	Entre Las Águilas y Quelentaro	16,0
	VII	G-866-H	Entre Las Cabras Y las Piedras	16,3
38	VII	H-776	Entre La Cebada y las Cabras	14,2
46	VII	K-745	Entre Ruta 115-CH y Reserva Altos del Lircay	27,3
51	VI	H-721	Entre Ruta 5 y San José de los Lingues	0,7
		I-111	Entre Ruta 5 y San José de los Lingues	9,9
60	VII	K-260	Sector Botalcura	2,8
69	VI	H-82	Entre El Peumo y El Toco	7,6
70	VI	H-830	Cruce Ruta H-800 hasta Fundo Millahue	20,1
		H-838	El Niche hasta la Laguna	3,7
74	VI	I-810	La Merced hasta Pullicai	14,6
75	VI	I-790	Entre Rinconadas y Almendral	15,9
76	VII	J-56	Entre guaico y la Huerta	11,5
80	VII	K-250	Entre Pencahue y Huilliborgoa	6,9
		K-260	Entre Pencahue y Pajonal (K-420)	30,7
		K-520	La Aguada hasta Pencahue	12,7
81	VII	K-670-M	Entre Pichimán hasta Batuco	26,5
83	VII	L-32	Melozal hasta Yungay	22,2
		L-366	Localidad de Melozal	2,8
		L-368	Localidad de Melozal	1,1
		L-370	Localidad de Melozal	4,3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.3-2  
Proyectos No Considerados Plan 2**

Proyecto	Región	Rol	Tramo	Longitud km
22	VI	H-255	Entre Machalí (cruce con H-25) y Coya	17,048
		H-265	Entre Coya y Reserva Los Cipreses	12,048
24	VI	G-874-I	Entre La Estafeta y Santa Mónica	3,657
		G-892-I	Entre Matanzas y La Estafeta	23,829
		I-146-G	Los Cerrillos hasta Santa Monica	7,89
29	VII	M-500	Entre Molco y Cauquenes	33,338
32	VII	L-39	Entre Los Pequeños (L-35) y Las Hornillas	36,173
37	VI	H-790	Entre Las Águilas y Quelentaro	16,019
	VII	G-866-H	Entre Las Cabras Y las Piedras	16,259
38	VII	H-776	Entre La Cebada y las Cabras	14,15
46	VII	K-745	Entre Ruta 115-CH y Reserva Altos del Lircay	27,349
51	VI	H-721	Entre Ruta 5 y San José de los Lingues	0,688
		I-111	Entre Ruta 5 y San José de los Lingues	9,888
60	VII	K-660-L	Entre Río Maule y Pencahue	13,338
		L-322	Entre L-30-M y El Morro	13,25
		Puente	Puente Mule (El Morro)	2,186
66	VI	Conexión	Entre Chumaquito y Club de Campo	1,885
67	VII	L-475	Entre Río Achibueno y Millahue	1,227
		L-545	Entre Polcura y Quinta Sur	6,149
		L-547	Entre La Quinta Norte y El Tránsito	9,192
		L-705	Entre Río Longaví y Forestal Cordillera	16,284
		L-865	Entre Forestal Cordillera y Villa Baviera	10,101
		Puente	Río Achibueno	7,522
70	VI	H-830	Cruce Ruta H-800 hasta Fundo Millahue	20,145
		H-838	El Niche hasta la Laguna	3,652
74	VI	I-810	La Merced hasta Pullicai	14,609
75	VI	I-790	Entre Rinconadas y Almendral	15,942
76	VII	J-56	Entre guaico y la Huerta	11,495
81	VII	K-670-M	Entre Pichimán hasta Batuco	26,452
82	VII	L-215	Entre Yervas Buenas hasta Branquíl	3,223
		L-275	Entre Abranchuíl hasta San José	5,443
		L-279	Entre Abranchuíl hasta San José	1,945
83	VII	L-32	Melozal hasta Yungay	22,211
		L-366	Localidad de Melozal	2,802
		L-368	Localidad de Melozal	1,114
		L-370	Localidad de Melozal	4,287

**Fuente:** Elaboración Propia

Con la eliminación de los proyectos anteriormente indicados y con una nueva asignación de intervenciones para los proyectos que continúan en los planes, se realiza una nueva simulación de cada plan, mediante la aplicación del modelo de transporte y la estimación de los indicadores de rentabilidad de los planes redefinidos.

Dadas las condiciones expuestas, los planes de proyectos definitivos quedan estructurados tal como se presenta entre la Tabla N° 12.3-4 y la Tabla N° 12.3-11.



**Tabla N° 12.3-3**

<b>Código</b>	<b>Intervención</b>
PB	Pavimento Básico
PA	Pavimentación Asfáltica
DC	Doble Calzada
P	Puentes Nuevos
S/I	Sin Intervención
C-PB	Conservación Pavimento Básico
C-PA	Conservación Pavimento Asfáltico

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.3-4  
Plan 1 Definitivo (1 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)		Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020	2010	2020	2010	2020	
G-80-I	47,0	Entre límite regional y la I-50	568	96	109	774	1.034	149	167	1.351	0	0	3.977		C-PA	C-PA	P01
H-674	10,6	Cruce Ruta I-50 (alcones) hasta La Quebrada	29	25	80	134	48	31	104	183	318	0	895		PB	C-PB	P04
I-660	14,9	Entre La Quebrada y Pumanque	28	28	68	123	50	47	102	198	447	0	1.259		PB	C-PB	
I-70-J	21,0	Desde I-72 hasta límite regional	543	65	151	759	1.239	131	296	1.666	5.051	0	1.782		PA	C-PA	P05
J-70-I	18,6	Desde límite regional hasta J-60	543	65	151	759	1.239	131	296	1.666	4.470	0	1.577		PA	C-PA	
H-66	43,4	Desde Ruta 5 hasta Las Cabras	5.362	645	290	6.337	8.772	956	461	10.254	34.740	0	4.185		DC	C-PA	P07
Bypass Las Cabras	18,7	Entre Las Cabras y El Manzano	1.851	966	143	2.960	3.769	1.382	232	5.383	4.494	0	1.566		PA	C-PA	
H-66	12,9	Desde Bypass Las Cabras hasta Santa Luisa	2.484	1.458	222	4.164	5.474	2.098	373	7.945	10.316	0	1.243		DC	C-PA	
H-30	52,9	Entre Ruta 5 y Ruta 66	5.213	650	429	6.292	8.135	1.131	706	9.972	42.358	0	5.103		DC	C-PA	P08
I-50	34,9	Entre San Fernando y Santa Cruz	6.628	850	475	8.041	10.809	1.300	680	12.931	27.895	0	3.361		DC	C-PA	P09
H-780	10,6	Entre Ruta H-66 y La Cebada	620	204	6	830	1.005	296	8	1.309	2.547	0	899		PA	C-PA	P10
H-776	5,3	Entre La Cebada y Quilicura	1.135	170	28	1.333	1.826	250	40	2.117	1.283	0	458		PA	C-PA	
H-776	3,1	Entre Quilicura y Las Cabras	1.135	170	28	1.333	1.826	250	40	2.117	0	0	262		C-PA	C-PA	
J-60	107,4	Entre Curicó y Puente Mataquito	1.066	140	99	1.382	1.782	214	149	2.270	0	0	9.207		C-PA	C-PA	P12
M-24-K	12,9	Entre Constitución y San Rafael	158	54	63	275	297	86	108	491	3.105	0	1.064		PA	C-PA	P13
M-24-K	44,5	Entre San Rafael y La Orilla	426	99	123	648	798	215	207	1.220	0	0	3.767		C-PA	C-PA	
K-16	12,6	Entre Hualañe y Guaquén	1.018	209	87	1.316	1.626	294	126	2.049	0	0	1.079		C-PA	C-PA	P14
K-16	28,8	Entre Guaquén y Villaseca	397	167	34	601	584	217	58	864	6.900	0	2.375		PA	C-PA	
M-50	98,4	Entre Cauquenes y Constitución	367	71	132	575	601	95	99	804	0	0	8.126		C-PA	C-PA	P15
M-832	37,4	Entre Pellehue y Cauquenes	59	5	5	72	95	7	7	114	0	0	3.160		C-PB	C-PB	P16
M-36	37,1	Entre Ranchillos y M-30-L (Santa Paula)	3	0	1	4	180	19	86	284	0	8.896	2.011		S/I	PA	P17
L-31	15,3	Entre L-31 (2 Km. de Linares) y la Floresta	862	99	138	1.099	1.362	149	202	1.714	0	0	1.292		C-PA	C-PA	P18
L-31	11,0	Entre La Floresta y Río Maule	1.564	182	154	1.901	2.383	257	223	2.863	2.637	0	942		PA	C-PA	
Puente	0,8	Puente Maule	1.064	117	144	1.324	1.599	187	228	2.014	4.800	0	69		P	C-PA	
115-CH	6,7	Entre Corralones y Bajo Perquín	425	85	126	636	642	126	191	959	0	0	550		C-PA	C-PA	
K-585	8,7	Entre Bajo Perquín y Punta de Diamante	325	71	120	517	496	109	184	789	0	0	720		C-PA	C-PA	
K-55	4,8	Entre Punta de Diamante y Picazo Bajo	599	66	103	768	991	107	148	1.246	1.146	0	404		PA	C-PA	
K-25	16,6	Entre Picazo Bajo y Huanchuqueo Sur	508	70	85	663	866	116	126	1.107	3.984	0	1.371		PA	C-PA	
K-25	37,3	Entre Huanchuqueo Sur y Molina	1.021	189	202	1.412	1.740	314	298	2.351	0	0	3.197		C-PA	C-PA	
K-15	8,7	Entre Molina Ruta 5	14	782	455	1.254	26	1.122	645	1.796	0	0	744		C-PA	C-PA	
K-60	13,2	Entre Talca y Péncahue	2.804	138	31	2.973	5.132	382	101	5.614	0	10.550	1.466		C-PA	DC	P19
I-45	15,5	Entre San Fernando y Puente Negro	1.510	72	38	1.620	2.542	128	58	2.728	0	0	1.329		C-PA	C-PA	P20
H-29	5,9	Entre Rancagua y Machalí	11.217	1.815	1.138	14.172	17.549	2.804	1.680	22.037	4.757	0	573		DC	C-PA	P21
H-25	13,7	Entre Machalí y Coya	1.791	99	76	1.965	2.842	172	118	3.133	3.281	0	1.144		PA	C-PA	
H-25	35,3	Entre Machalí y Coya	290	13	6	309	464	22	9	495	8.474	0	2.917		PA	C-PA	
I-50	89,1	Entre Santa Cruz y Pichilemu	1.522	130	106	1.790	2.825	189	147	3.212	0	0	7.455		C-PA	C-PA	P23

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.3-5  
Plan 1 Definitivo (2 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)	Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020		2010	2020	
I-506	21,3	Bifurcacion I-502 hasta Bucalemu	636	23	17	676	1.041	41	27	1.110	0	0	1.756	C-PA	C-PA	P25
I-532	5,2	Entre I-72 y Lo Valdivia	527	37	40	604	774	60	52	886	1.237	0	426	PA	C-PA	
I-524	2,3	Entre I-532 y J-790	528	31	39	597	759	44	43	846	560	0	193	PA	C-PA	
Conexión	8,9	Entre Llico y Bucalemu	528	31	39	597	759	44	43	846	0	0	736	C-PA	C-PA	
J-956	12,4	Entre Alto Limpimávida y J-80	265	37	38	341	439	52	43	534	0	0	1.028	C-PA	C-PA	
J-850	5,0	Entre Rincón de Limpimávida y Alto Limpimávida	337	46	40	423	545	65	59	669	0	0	415	C-PA	C-PA	
J-60	12,9	Entre Iloca y Rincón de Limpimávida	337	46	40	423	545	65	59	669	0	0	1.068	C-PA	C-PA	
J-60	10,0	Puente Mataquito	717	100	85	1.004	1.109	139	114	1.526	0	0	849	C-PA	C-PA	
Conexión	6,5	Entre Huenchullami y Coquimbo	236	41	54	330	426	74	87	587	0	0	537	C-PA	C-PA	
L-30-M	7,8	Entre Constitucion hasta Calabosos	5.080	281	220	5.581	8.405	347	297	9.049	6.271	0	756	DC	C-PA	P26
L-30-M	19,1	Entre Calabosos y Pan de Azucar	1.262	250	353	1.865	1.777	204	450	2.431	0	0	1.635	C-PA	C-PA	
L-30-M	36,0	Entre Pan de Azucar y Vaqueria	1.273	246	347	1.866	1.785	200	444	2.430	0	0	3.085	C-PA	C-PA	
L-30-M	18,2	Entre Vaqueria y Villa Alegre	1.332	232	343	1.908	2.014	202	520	2.736	0	0	1.557	C-PA	C-PA	
M-40	18,7	Entre Empedrado y el Sauzal	392	39	19	450	810	71	107	989	0	0	1.548	C-PA	C-PA	P27
K-175	8,3	Entre Molina y Tres Esquinas	2.154	33	17	2.204	3.462	58	24	3.544	0	0	696	C-PA	C-PA	P30
K-175	17,6	Entre tres Esquinas y las Trancas	1.525	35	18	1.578	2.435	61	26	2.521	4.233	0	1.512	PA	C-PA	
K-175	18,5	Entre las trancas y El Radal	1.525	35	18	1.578	2.435	61	26	2.521	4.430	0	1.582	PA	C-PA	
L-11	20,7	Entre Ruta 5 y Lancha de Queri (L-21)	240	51	89	382	423	89	114	630	0	0	1.713	C-PA	C-PA	P33
L-21	8,8	Entre Lancha Queri y Las Compuertas (L-11)	1.511	122	148	1.782	2.344	193	222	2.758	0	0	756	C-PA	C-PA	
L-11	7,6	Entre Ruta 5 y Lancha de Queri (L-21)	467	30	50	547	732	52	71	855	0	0	624	C-PA	C-PA	
G-880	11,7	Entre Matanzas y Navidad	477	38	29	544	780	61	43	884	0	0	967	C-PA	C-PA	P35
K-68-M	36,7	Cruce Ruta K-60 hasta Carrizal	1	0	0	1	162	154	14	329	0	8.811	2.022	S/I	PA	P41
I-72	39,0	Entre Santa Cruz y Nilahue Arriba	1.932	151	130	2.213	3.050	216	213	3.479	0	0	3.259	C-PA	C-PA	P43
I-572	16,2	Entre Nilahue Arriba y San Pedro de Alcántara	0	0	0	0	108	5	16	129	0	485	911	S/I	PB	
I-556-J	14,8	Cruce Ruta I-72 hasta El Peral	0	0	0	0	95	4	10	109	0	444	834	S/I	PB	
J-789-I	4,3	La Quirigua hasta Estero Rarin	0	0	0	0	108	5	16	129	0	129	241	S/I	PB	
115-CH	114,6	Entre Ruta 5 y Puente Maule	545	46	31	622	881	68	44	994	0	0	9.465	C-PA	C-PA	P44
115-CH	7,6	Entre Bajos de Perquin y Pehuenche	866	81	119	1.066	1.287	130	175	1.592	0	0	643	C-PA	C-PA	
115-CH	31,9	Entre Pehuenche y Laguna del Maule	105	19	6	130	157	24	7	188	0	0	2.600	C-PA	C-PA	
I-60	18,7	Entre Pumanque y Ruta I-72	423	38	122	583	870	52	172	1.094	4.495	0	1.547	PA	C-PA	P47

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.3-6**  
**Plan 1 Definitivo (3 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)	Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020		2010	2020	
I-890	11,6	Entre Chepica y Auquinco	2.325	72	129	2.525	4.584	143	206	4.933	0	9.256	1.286	C-PA	DC	P50
I-86	3,7	Entre Auquinco y Parrones	324	44	66	434	395	74	118	587	0	0	308	C-PA	C-PA	
I-896	9,6	Entre Parrones y Santa Marta	324	44	66	434	395	74	118	587	2.300	0	792	PA	C-PA	
I-86	11,6	Entre Santa Marta y Chimbarongo	324	44	66	434	395	74	118	587	2.775	0	955	PA	C-PA	
I-86	1,8	Entre Chinmabrongo y la I-50	324	44	66	434	395	74	118	587	429	0	148	PA	C-PA	
I-756	4,0	Entre La Lajuela y La Pataguilla	4.425	196	249	4.870	7.420	305	394	8.119	3.190	0	384	DC	C-PA	P52
Conexión	3,2	Entre La Pataguilla y El Guindo	2.384	138	235	2.756	4.076	211	373	4.660	775	2.584	359	PA	DC	
I-742	6,7	Entre El Guindo y la I-50	1.262	0	124	1.387	1.958	0	213	2.170	1.608	0	574	PA	C-PA	
J-470	7,2	Entre Rauco y la Palmilla	254	106	39	398	394	194	69	657	1.726	0	594	PA	C-PA	P53
K-40	27,5	Entre Villa Prat y San Rafael	633	69	154	856	866	82	183	1.131	6.597	0	2.271	PA	C-PA	P54
Puente	0,5	Río Achibueno	989	159	161	1.310	1.465	204	194	1.863	3.000	0	43	P	C-PA	
J-850	12,4	Entre Rincón de Limpimávida y Alto Limpimávida	72	34	4	110	107	41	20	167	373	0	1.051	PB	C-PB	P55
M-40	24,8	Entre Empedrado y el Sauzal	79	2	1	82	289	21	82	392	0	5.953	1.366	S/I	PA	P56
J-55	8,6	Entre Curico y Tres Esquinas	3.023	231	43	3.297	4.621	288	64	4.973	0	6.889	949	C-PA	DC	P57
J-55	58,9	Entre Tres esquinas y Los Maitenes	256	8	0	264	411	11	0	422	0	0	4.844	C-PA	C-PA	
K-405	5,3	Entre Pelarco y Reserva Pangué (K-415)	228	75	27	330	305	113	39	457	1.265	0	436	PA	C-PA	P59
K-16	27,7	Entre Licanten y Hualañe	149	36	56	243	324	63	94	485	0	6.657	1.528	S/I	PA	P61
J-810	14,7	Entre Vichuquén y Licantén	561	21	8	590	890	31	10	931	0	0	1.213	C-PA	C-PA	P65
J-820	13,2	Entre Vichuquén y Las Juntas	320	15	3	337	496	23	13	532	3.178	0	1.094	PA	C-PA	
I-520	2,5	Entre Vichuquén y Las Juntas	82	11	8	101	167	22	13	202	0	0	200	C-PA	C-PA	P68
I-520	9,7	Entre Cahuil y Buenos Aires	82	11	8	101	167	22	13	202	291	0	819	PB	C-PB	
H-40	3,5	Entre la H-66 y Malloa	6.280	280	181	6.742	9.704	455	272	10.433	2.781	0	335	DC	C-PA	P71
H-402	0,1	Entre Malloa y Cobil	6.381	227	123	6.730	9.799	387	193	10.380	88	0	11	DC	C-PA	
H-40	15,4	Entre Cobil y Quinta de Tilcoco	642	298	196	1.139	1.082	495	300	1.883	3.691	0	1.302	PA	C-PA	
H-38	14,6	Quinta de Tilcoco	1.736	308	175	2.224	2.662	512	269	3.450	0	0	1.219	C-PA	C-PA	
H-56	0,5	Entre Quinta de Tilcoco y Coinco	403	112	62	577	638	195	99	932	109	0	37	PA	C-PA	
H-60	11,6	Entre Coinco y Olivar	1.627	237	144	2.008	2.531	393	221	3.145	0	0	971	C-PA	C-PA	
H-630	5,5	Olivar	2.287	351	311	2.949	3.438	584	480	4.502	0	4.361	606	C-PA	DC	
H-716	2,6	Entre Olivar y Ruta 5	5.055	301	189	5.546	7.854	445	280	8.579	2.083	0	251	DC	C-PA	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.3-7**  
**Plan 1 Definitivo (4 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)	Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020		2010	2020	
H-15	19,6	Los Morros, Cuesta Chada hasta Codegua	192	17	17	227	334	29	30	393	0	0	1.609	C-PA	C-PA	P72
H-720	0,8	Cruce I-50 hasta Huique	442	70	38	551	1126	110	65	1300	191	0	67	PA	C-PA	P73
I-340	20,8	Entre Calleque y Huique	119	19	10	148	302	29	17	349	625	4.996	1.733	PB	PA	
K-155	10,4	Entre Pichingal y Yacal	21	29	11	60	38	50	16	104	0	313	588	S/I	PB	P77
K-155	15,3	Entre Pichingal y Yacal	952	30	12	994	1533	52	17	1603	3.665	0	1.293	PA	C-PA	
K-405	0,8	Entre Pelarco y Reserva Pangue (K-415)	286	75	27	388	400	113	39	552	0	0	70	C-PA	C-PA	P78
K-405	19,7	Entre Lagunillas y Pelarco	293	58	25	376	443	91	34	569	4.730	0	1.628	PA	C-PA	
K-55	18,1	Entre Punta de Diamante y Picazo Bajo	1114	92	17	1224	1837	148	31	2016	4.344	0	1.551	PA	C-PA	P79
L-279	1,9	Entre Abranches hasta San Jose	983	97	29	1109	1428	120	37	1585	467	0	165	PA	C-PA	P82
L-275	5,4	Entre Abranches hasta San Jose	983	97	29	1109	1428	120	37	1585	1.306	0	461	PA	C-PA	
L-215	3,2	Entre Yervas Buenas hasta Branquil	983	97	29	1109	1428	120	37	1585	774	0	273	PA	C-PA	
Bypass Talca	6,3	Bypass Talca	453	25	9	487	1036	46	13	1094	1.500	0	517	PA	C-PA	P86
Circunvalación Linares	4,5	Circunvalacion Linares	8749	746	769	10264	13814	1044	1029	15887	3.578	0	431	DC	C-PA	P87
Circunvalación Linares	0,9	Circunvalacion Linares	7602	90	70	7762	11677	124	113	11914	737	0	89	DC	C-PA	
Circunvalación Parral	3,6	Circunvalacion Parral	1445	283	290	2019	2173	396	407	2975	856	0	306	PA	C-PA	P88
Bypass Cauquenes	5,7	Bypass Cauquenes	303	17	69	389	615	25	45	685	1.371	0	472	PA	C-PA	P89

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.3-8  
Plan 2 Definitivo (1 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)	Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020		2010	2020	
G-80-I	47,0	Entre límite regional y la I-50	568	91	103	763	920	131	142	1.193	0	0	3.880	C-PA	C-PA	P01
I-120	3,0	Entre I-124 y la I-136	0	0	0	0	441	1	7	448	0	709	163	S/I	PA	P02
I-136	1,7	Entre I-120 y la I-138	0	0	0	0	441	1	7	448	0	410	94	S/I	PA	
I-138	9,8	Entre I-136 y La Estrella	0	0	0	0	441	1	7	448	0	2.345	538	S/I	PA	
I-20	20,2	Entre la Estrella y la I-50	299	24	17	341	698	34	24	755	4.848	0	1.669	PA	C-PA	P03
H-674	10,6	Cruce Ruta I-50 (alcones) hasta La Quebrada	41	19	64	123	28	28	85	141	318	0	895	PB	C-PB	P04
I-660	14,9	Entre La Quebrada y Pumanque	40	23	60	123	34	36	83	154	447	0	1.259	PB	C-PB	
I-70-J	21,0	Desde I-72 hasta límite regional	549	78	142	769	616	115	195	926	5.051	0	1.739	PA	C-PA	P05
J-70-I	18,6	Desde límite regional hasta J-60	549	78	142	769	616	115	195	926	4.470	0	1.539	PA	C-PA	
I-520	0,4	Cahuil	100	6	5	111	171	10	7	189	0	0	30	C-PA	C-PA	P06
I-520	27,7	Entre Cahuil y Paredones	100	6	5	111	171	10	7	189	830	0	2.338	PB	C-PB	
I-520	0,4	Paredones	100	6	5	111	171	10	7	189	0	0	33	C-PA	C-PA	
H-30	52,9	Entre Ruta 5 y Ruta 66	5.314	647	435	6.395	8.400	1.125	708	10.234	42.358	0	5.103	DC	C-PA	P08
H-780	10,6	Entre Ruta H-66 y La Cebada	221	295	2	519	387	426	4	817	2.547	0	877	PA	C-PA	P10
H-776	5,3	Entre La Cebada y Quilicura	1.471	262	25	1.759	2.363	381	36	2.781	1.283	0	458	PA	C-PA	
H-776	3,1	Entre Quilicura y Las Cabras	1.471	262	25	1.759	2.363	381	36	2.781	0	0	262	C-PA	C-PA	
I-350	11,5	Cruce ruta I-350 hasta Paniahue	272	114	54	439	1.592	202	126	1.920	2.750	0	970	PA	C-PA	P11
I-336	3,3	Entre Pupilla y San José del Carmen	202	112	53	367	1.490	199	125	1.813	784	0	277	PA	C-PA	
I-330-H	9,9	Entre San José del Carmen y San Francisco del Huique	626	114	55	795	2.461	201	139	2.801	0	0	834	C-PA	C-PA	
H-900-I	3,8	Entre San Francisco del Huique y El Peumo (H-82)	626	114	55	795	2.461	201	139	2.801	0	0	320	C-PA	C-PA	
H-82	7,8	Entre El Peumo y El Toco	106	59	25	190	741	107	60	908	0	1.860	645	C-PB	PA	
H-886	10,3	Entre El Toco y Ruta 66	862	154	90	1.107	2.617	264	183	3.065	2.462	0	847	PA	C-PA	
J-60	107,4	Entre Curicó y Puente Mataquito	917	120	81	1.195	1.656	196	121	2.098	0	0	9.096	C-PA	C-PA	P12
M-24-K	12,9	Entre Constitución y San Rafael	167	58	77	301	312	102	126	540	3.105	0	1.069	PA	C-PA	P13
M-24-K	44,5	Entre San Rafael y La Orilla	430	99	122	652	755	210	205	1.170	0	0	3.675	C-PA	C-PA	
K-16	12,6	Entre Hualañe y Guaquen	1.075	228	98	1.403	1.709	318	135	2.166	0	0	1.079	C-PA	C-PA	P14
K-16	28,8	Entre Guaquen y Villaseca	387	164	21	575	641	216	34	894	6.900	0	2.375	PA	C-PA	
K-16	5,0	Entre Villaseca y Culernar	350	118	16	485	485	160	26	670	1.210	0	417	PA	C-PA	
K-16	3,0	Entre Culernar y Sagrada Familia	358	116	15	489	492	157	24	673	0	0	247	C-PA	C-PA	
K-16	19,3	Entre Sagrada Familia y Ruta 5	482	91	60	633	761	136	93	990	4.636	0	1.596	PA	C-PA	
M-50	98,4	Entre Cauquenes y Constitución	284	68	125	482	456	106	163	733	0	0	8.126	C-PA	C-PA	P15
M-832	37,4	Entre Pellehue y Cauquenes	59	5	5	72	95	7	7	114	0	0	3.160	C-PB	C-PB	P16
I-45	15,5	Entre San Fernando y Puente Negro	1.554	72	38	1.664	2.374	130	58	2.563	0	0	1.329	C-PA	C-PA	P20

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.3-9  
Plan 2 Definitivo (2 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)	Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020		2010	2020	
I-50	89,1	Entre Santa Cruz y Pichilemu	1.521	118	98	1.770	2.784	168	131	3.134	0	0	7.455	C-PA	C-PA	P23
I-506	21,3	Bifurcación I-502 hasta Bucalemu	543	24	13	580	854	36	18	907	0	0	1.756	C-PA	C-PA	P25
I-532	5,2	Entre I-72 y Lo Valdivia	522	44	43	609	819	55	25	900	1.237	0	426	PA	C-PA	
I-524	2,3	Entre I-532 y J-790	458	35	37	530	736	45	21	802	560	0	193	PA	C-PA	
Conexión	8,9	Entre Llico y Bucalemu	382	26	32	440	612	32	13	657	0	0	736	C-PA	C-PA	
J-956	12,4	Entre Alto Limpimávida y J-80	252	25	32	309	418	41	61	520	0	0	1.028	C-PA	C-PA	
J-850	5,0	Entre Rincón de Limpimávida y Alto Limpimávida	252	25	32	309	418	41	61	520	0	0	415	C-PA	C-PA	
J-60	12,9	Entre Iloca y Rincón de Limpimávida	252	25	32	309	418	41	61	520	0	0	1.068	C-PA	C-PA	
J-60	10,0	Puente Mataquito	783	121	88	1.094	1.216	167	113	1.660	0	0	849	C-PA	C-PA	
Conexión	6,5	Entre Huenchullami y Coquimbo	232	37	39	308	392	57	66	514	0	0	537	C-PA	C-PA	
L-30-M	7,8	Entre Constitución hasta Calabosos	5.102	284	224	5.610	8.517	361	311	9.189	6.271	0	756	DC	C-PA	P26
L-30-M	19,1	Entre Calabosos y Pan de Azúcar	1.262	254	360	1.876	2.045	240	471	2.755	0	0	1.635	C-PA	C-PA	
L-30-M	36,0	Entre Pan de Azúcar y Vaquería	1.268	250	354	1.871	2.091	234	462	2.788	0	0	3.085	C-PA	C-PA	
L-30-M	18,2	Entre Vaquería y Villa Alegre	1.500	230	335	2.065	2.412	210	438	3.060	0	0	1.519	C-PA	C-PA	
M-40	18,7	Entre Empedrado y el Sauzal	725	44	32	802	1.168	61	44	1.273	0	0	1.586	C-PA	C-PA	P27
M-450	33,5	Entre Empedrado y Chanco (M-50)	554	7	15	576	885	11	20	916	8.029	0	2.764	PA	C-PA	P28
K-175	8,3	Entre Molina y Tres Esquinas	1.953	33	17	2.003	3.215	58	24	3.297	0	0	696	C-PA	C-PA	P30
K-175	17,6	Entre tres Esquinas y las Trancas	1.525	35	18	1.578	2.435	61	26	2.521	4.233	0	1.512	PA	C-PA	
K-175	18,5	Entre las trancas y El Radal	1.525	35	18	1.578	2.435	61	26	2.521	4.430	0	1.582	PA	C-PA	
J-80	40,3	Entre Hualañé y Llico	232	13	5	250	370	21	18	409	0	9.660	2.217	S/I	PA	P34
K-68-M	36,7	Cruce Ruta K-60 hasta Carrizal	0	0	0	0	11	126	11	148	0	1.101	2.068	S/I	PB	P41
I-72	39,0	Entre Santa Cruz y Nilahue Arriba	1.862	168	117	2.147	2.776	227	179	3.183	0	0	3.259	C-PA	C-PA	P43
I-556-J	14,8	Cruce Ruta I-72 hasta El Peral	0	0	0	0	85	10	47	141	0	444	834	S/I	PB	
115-CH	114,6	Entre Ruta 5 y Puente Maule	751	87	66	905	791	71	45	906	0	0	9.465	C-PA	C-PA	P44
115-CH	7,6	Entre Bajos de Perquin y Pehuenche	1.592	121	41	1.755	525	21	27	573	0	0	635	C-PA	C-PA	
115-CH	31,9	Entre Pehuenche y Laguna del Maule	105	19	6	130	157	24	7	188	0	0	2.600	C-PA	C-PA	
I-60	18,7	Entre Pumanque y Ruta I-72	372	31	103	506	620	44	126	789	4.495	0	1.547	PA	C-PA	P47

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.3-10  
Plan 2 Definitivo (3 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)	Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020		2010	2020	
H-82	2,0	San Roberto	351	17	8	376	657	25	11	693	0	0	166	C-PA	C-PA	P48
H-82	3,0	San Roberto	351	17	8	376	657	25	11	693	719	0	248	PA	C-PA	
H-864	5,0	Entre San Roberto y Pichidegua	346	19	3	369	607	27	4	638	1.203	0	414	PA	C-PA	
I-890	11,6	Entre Chepica y Auquenco	2.308	63	137	2.508	4.541	117	252	4.909	0	9.256	1.286	C-PA	DC	P50
I-86	3,7	Entre Auquenco y Parrones	325	62	83	470	740	147	211	1.098	0	0	308	C-PA	C-PA	
I-896	9,6	Entre Parrones y Santa Marta	325	62	83	470	740	147	211	1.098	2.300	0	792	PA	C-PA	
I-86	11,6	Entre Santa Marta y Chimbarongo	325	62	83	470	740	147	211	1.098	2.775	0	955	PA	C-PA	
I-86	1,8	Entre Chinmabronco y la I-50	325	62	83	470	740	147	211	1.098	429	0	148	PA	C-PA	
I-756	4,0	Entre La Lajuela y La Pataguilla	3.625	71	226	3.922	7.178	47	391	7.617	957	3.190	439	PA	DC	P52
Conexión	3,2	Entre La Pataguilla y El Guindo	2.876	40	220	3.137	5.605	138	379	6.122	775	2.584	356	PA	DC	
I-742	6,7	Entre El Guindo y la I-50	1.014	0	107	1.121	1.460	0	192	1.651	1.608	0	567	PA	C-PA	
J-55	8,6	Entre Curico y Tres Esquinas	2.986	232	44	3.262	4.565	290	65	4.919	0	6.889	949	C-PA	DC	P57
J-55	58,9	Entre Tres esquinas y Los Maitenes	237	8	0	246	383	12	0	395	0	0	4.844	C-PA	C-PA	
J-40	5,3	Entre Teno y J-30-I	2.695	357	314	3.366	6.080	1.040	579	7.700	0	4.245	584	C-PA	DC	P58
J-30-I	4,1	Entre J-40 y límite regional	1.801	278	266	2.344	5.081	1.022	518	6.622	0	3.259	453	C-PA	DC	
I-30-J	11,6	Entre límite regional y El Cuadro (I-86)	1.801	278	266	2.344	5.081	1.022	518	6.622	0	9.246	1.285	C-PA	DC	
I-86	19,4	Entre el Cuadro y Santa Cruz	1.956	401	152	2.509	4.400	771	345	5.516	0	15.526	2.158	C-PA	DC	
L-25	18,4	Entre Linares y L-11	4.117	451	911	5.478	5.138	378	737	6.253	14.719	0	1.773	DC	C-PA	P59
L-25	11,6	Río Achibueno	1.741	252	346	2.339	2.485	288	339	3.112	2.789	0	972	PA	C-PA	
Puente	1,5	Entre K-635 y Ruta 115-CH	1.966	396	975	3.337	1.206	365	830	2.401	9.000	0	127	P	C-PA	
K-675	10,0	Entre Ruta 115-CH y San Vicente Sur (K-565)	1.966	396	975	3.337	1.206	365	830	2.401	2.392	0	844	PA	C-PA	
K-569	4,4	Entre K-569 y K-55	400	374	914	1.689	323	190	661	1.174	1.059	0	369	PA	C-PA	
K-565	4,1	Río Achibueno	400	374	914	1.689	323	190	661	1.174	989	0	345	PA	C-PA	
Puente	5,0	Entre Purisiima y Lagunillas	527	368	913	1.808	869	238	688	1.796	29.814	0	426	P	C-PA	
K-45	2,3	Entre Lagunillas y Pelarco	527	368	913	1.808	869	238	688	1.796	551	0	197	PA	C-PA	
K-405	5,3	Entre Pelarco y Reserva Pangué (K-415)	452	201	512	1.164	825	178	333	1.336	1.265	0	446	PA	C-PA	
Conexión	8,7	Puente Río Longavi	225	437	1.053	1.715	488	670	1.424	2.583	2.086	0	745	PA	C-PA	
128	26,6	Límite Regional - Cauquenes	590	134	131	856	1.006	180	165	1.353	0	0	2.251	C-PA	C-PA	P60
126	50,2	Cauquenes - Las Campanas	1.261	158	101	1.520	2.233	221	143	2.597	0	0	4.301	C-PA	C-PA	
K-60	1,2	Entre Pencahue y Botalcura	268	0	0	268	366	126	11	502	299	0	102	PA	C-PA	
K-260	12,1	Entre Botalcura y Litu	283	45	35	362	496	65	48	610	2.909	0	1.001	PA	C-PA	
K-420	8,3	Entre Litu y Guaquén uno (K-16)	327	66	90	483	598	113	127	838	1.997	0	687	PA	C-PA	
K-416	19,3	Puente Mataquito	279	50	99	427	439	82	132	653	4.622	0	1.591	PA	C-PA	

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla Nº 12.3-11  
Plan 2 Definitivo (4 de 4)**

Ruta	Long km	Tramo	TMDA 2010				TMDA 2020				Inversión (MM\$ 2004)		Conservación (MM\$ 2004)	Tipo de Intervención		Código
			VL	CS	CP	Total	VL	CS	CP	Total	2010	2020		2010	2020	
K-16	27,7	Entre Licanten y Hualañe	181	45	71	299	373	90	121	587	6.657	0	2.280	PA	C-PA	P61
H-409	5,7	Miravalle	1.376	479	336	2.191	2.070	828	544	3.442	1.369	0	477	PA	C-PA	P66
H-409	3,2	Entre Miravalle y Pelequen Viejo	1.221	364	227	1.812	1.843	610	357	2.810	0	0	272	C-PA	C-PA	
Conexión Urbano	3,5	Entre Pelequen Viejo y Chapeton	56	114	162	332	77	171	190	439	832	0	286	PA	C-PA	
	2,4	Entre Chapeton y Mendoza	33	90	126	250	46	128	136	310	0	0	201	C-PA	C-PA	
H-511	2,9	Entre Mendoza y Rosario	0	54	75	129	0	66	57	124	0	0	238	C-PA	C-PA	
L-535	11,0	Entre El Tránsito y Río Longaví	770	56	32	858	1.254	90	49	1.392	2.628	0	927	PA	C-PA	P67
I-520	2,5	Entre Vichuquén y Las Juntas	84	17	7	108	190	24	10	225	0	0	200	C-PA	C-PA	P68
I-520	9,7	Entre Cahuil y Buenos Aires	84	17	7	108	190	24	10	225	291	0	819	PB	C-PB	
H-82	8,9	Entre El Peumo y El Toco	374	3	5	382	728	5	8	741	2.126	0	732	PA	C-PA	P69
H-40	3,5	Entre la H-66 y Malloa	6.222	635	459	7.318	9.598	1.037	694	11.331	2.781	0	335	DC	C-PA	P71
H-402	0,1	Entre Malloa y Cobil	6.381	580	408	7.369	9.799	964	626	11.390	88	0	11	DC	C-PA	
H-40	15,4	Entre Cobil y Quinta de Tilcoco	611	300	180	1.095	930	501	273	1.710	3.691	0	1.302	PA	C-PA	
H-38	14,6	Quinta de Tilcoco	1.724	313	151	2.192	2.673	522	231	3.432	0	0	1.219	C-PA	C-PA	
H-56	0,5	Entre Quinta de Tilcoco y Coinco	310	115	63	488	502	198	101	802	109	0	37	PA	C-PA	
H-60	11,6	Entre Coinco y Olivar	1.356	245	145	1.746	2.126	407	224	2.757	0	0	995	C-PA	C-PA	
H-630	5,5	Olivar	1.662	338	322	2.322	3.596	667	659	4.923	0	4.361	606	C-PA	DC	
H-716	2,6	Entre Olivar y Ruta 5	4.974	292	199	5.465	7.326	528	455	8.309	2.083	0	251	DC	C-PA	
H-15	19,6	Los Morro, Cuesta Chada hasta Codegua	261	14	16	291	460	24	27	512	0	0	1.609	C-PA	C-PA	P72
H-720	0,8	Cruce I-50 hasta Huique	424	2	2	428	971	3	14	988	191	0	66	PA	C-PA	P73
I-340	20,8	Entre Calleuque y Huique	114	1	1	115	261	1	4	265	625	4.996	1.716	PB	PA	
K-155	10,4	Entre Pichingal y Yacal	319	29	11	359	420	50	16	486	2.506	0	862	PA	C-PA	P77
K-155	15,3	Entre Pichingal y Yacal	952	30	12	994	1.533	52	17	1.603	3.665	0	1.293	PA	C-PA	
K-405	0,8	Entre Pelarco y Reserva Pangué (K-415)	249	141	155	545	472	546	762	1.780	0	0	72	C-PA	C-PA	P78
K-405	19,7	Entre Lagunillas y Pelarco	183	82	83	347	333	302	403	1.038	4.730	0	1.628	PA	C-PA	
K-55	18,1	Entre Punta de Diamante y Picazo Bajo	25	18	4	47	2.014	192	54	2.261	0	4.344	1.034	S/I	PA	P79
K-250	6,9	Entre Pencahue y Huilliborgoa	338	103	123	563	611	156	171	938	1.648	0	567	PA	C-PA	P80
K-520	12,7	La Aguada hasta Pencahue	338	103	123	563	611	156	171	938	3.053	0	1.051	PA	C-PA	
K-260	30,7	Entre Pencahue y Pajonal (K-420)	216	59	39	313	369	73	53	494	7.373	0	2.538	PA	C-PA	
J-790	14,8	La Bodega - Limite Regional	127	8	6	140	205	13	11	228	445	0	1.254	PB	C-PB	P85
Bypass Talca	6,3	Bypass Talca	7.141	401	504	8.046	10.788	683	804	12.276	5.002	0	603	DC	C-PA	P86
Circunvalación Linares	4,5	Circunvalacion Linares	8.424	819	1.269	10.512	13.012	1.023	1.275	15.310	3.578	0	431	DC	C-PA	P87
Circunvalación Linares	0,9	Circunvalacion Linares	1.420	86	27	1.533	9.972	114	30	10.117	221	737	102	PA	DC	
Circunvalación Parral	3,6	Circunvalacion Parral	1.435	281	288	2.005	2.206	392	404	3.002	856	0	298	PA	C-PA	P88
Bypass Cauquenes	5,7	Bypass Cauquenes	328	17	73	419	611	32	88	732	1.371	0	472	PA	C-PA	P89

Fuente: Elaboración Propia

En Tabla N° 12.3-12 y Tabla N° 12.3-13 se presentan los resultados de la evaluación social de los planes definitivos. Cabe mencionar que para la evaluación definitiva se incorporó el beneficio derivado de la disminución de accidentes producto de la implementación de los proyectos. Este beneficio está incorporado en los indicadores de rentabilidad que se presentan a continuación, y la metodología resumida para su obtención se presenta en una sección posterior.

**Tabla N° 12.3-12  
Ahorro Consumo de Tiempo de Viaje**

Escenario Vial	2010					2020				
	VL	CS	CP	Bus	Total	VL	CS	CP	Bus	Total
Consumo (Millones \$/Año)										
Base	306.583	52.849	50.482	6.647	409.914	517.388	89.269	81.625	6.647	688.282
Plan 1	289.364	50.361	49.822	6.531	389.546	483.362	84.874	80.037	6.591	648.273
Plan 2	293.320	52.147	52.071	6.531	397.538	496.008	87.961	83.014	6.572	666.983
Beneficio (Millones \$/Año)										
Plan 1	17.219	2.488	660	116	20.484	34.026	4.395	1.588	56	40.065
Plan 2	13.263	702	-1.588	116	12.492	21.380	1.308	-1.389	75	21.374

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.3-13  
Ahorro Consumos Operacionales**

Escenario Vial	2010					2020				
	VL	CS	CP	Bus	Total	VL	CS	CP	Bus	Total
Consumo (Millones \$/Año)										
Base	245.195	76.282	134.632	3.207	456.109	403.908	125.110	209.747	3.207	738.765
Plan 1	242.470	73.338	133.804	1.913	449.613	399.162	121.152	207.830	2.248	728.144
Plan 2	243.756	74.335	134.042	1.913	453.633	398.560	122.286	208.542	2.248	730.887
Beneficio (Millones \$/Año)										
Plan 1	2.725	2.945	827	1.293	7.790	4.747	3.957	1.917	959	11.580
Plan 2	1.439	1.947	589	1.294	5.269	5.349	2.824	1.205	959	10.336

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que ambos planes por separado producirían importantes ahorros de recursos para los usuarios de la red, para cada tipo de vehículo relevante. Estos ahorros son crecientes en ambos ítems: tiempo y consumo operacional. En la Tabla N° 12.3-14 y Tabla N° 12.3-15 se presentan los beneficios anuales de cada plan y los indicadores de rentabilidad respectivos. Se ha decidido utilizar como valor residual un 20% del costo de inversión del plan. Este valor residual se incorpora en el flujo caja en el año 30 de operación del plan.

Dado que los proyectos se materializarán entre los años 2010 y 2020, se ha considerado que la inversión de la primera fase se implementará el año 2010, mientras que la segunda fase estará operativa el año 2020. En estas condiciones el horizonte de operación del plan es de 30 años como período total y de 25 años como valor promedio de cada proyecto involucrado.

Con lo anterior la evaluación está considerando que hay proyectos pertenecientes a los planes que operarán 30 años, lo cual es absolutamente consecuente con lo

planteado metodológicamente. Esto debido a que se ha incorporado un programa de mantenimiento que asegura un estándar de operación para todo el horizonte de evaluación.

**Tabla Nº 12.3-14**  
**Flujo Caja Anual, Planes de Proyectos Definitivos (\$ 2004)**

Año	Horizonte	Beneficio Neto (Millones \$)	
		Plan1	Plan2
1	2010	- 277.854	- 296.850
2	2011	31.180	19.390
3	2012	33.101	20.541
4	2013	35.141	21.761
5	2014	37.307	23.053
6	2015	39.606	24.421
7	2016	42.048	25.871
8	2017	44.640	27.408
9	2018	47.392	29.035
10	2019	50.314	30.759
11	2020	- 115.393	- 166.799
12	2021	56.053	34.134
13	2022	58.821	35.755
14	2023	61.724	37.454
15	2024	64.772	39.233
16	2025	67.969	41.097
17	2026	71.325	43.049
18	2027	74.846	45.094
19	2028	78.541	47.237
20	2029	82.418	49.481
21	2030	86.487	51.831
22	2031	90.757	54.293
23	2032	95.238	56.873
24	2033	99.939	59.574
25	2034	104.873	62.404
26	2035	110.050	65.369
27	2036	115.483	68.474
28	2037	121.185	71.727
29	2038	127.167	75.135
30	2039	195.914	147.983

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 12.3-15**  
**Indicadores Económicos de Rentabilidad**

Ítem	Plan 1	Plan 2
Inversión 2010 (Millones \$)	254.633	261.231
Inversión 2020 (Millones \$)	57.710	85.162
Conservación Millones \$ (valor actualizado)	163.690	168.146
VAN (Millones \$)	275.195	-2.645
TIR	14,5%	7,9%

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los criterios empleados para redefinir y evaluar los planes han sido satisfactorios, debido a que los indicadores de rentabilidad social de ambos planes mejoran substancialmente. En este caso el Plan 1, tal como ha sido estructurado en

forma definitiva, resulta ser altamente rentable desde el punto de vista social, alcanzando una tasa de retorno inmediata de un 14,5% y un Beneficio Neto Actualizado de 270.000 millones de pesos.

El Plan 2 no alcanza el nivel de rentabilidad mínimo exigido (TIR de 8%). Sin embargo los indicadores son bastante cercanos al umbral de rentabilidad mínimo, por lo cual no es una alternativa que se pueda descartar absolutamente por este hecho.

No obstante al enfrentar ambos planes se observa una gran diferencia entre los beneficios que aportaría la ejecución de cada uno de ellos. En efecto, mientras el Plan 1 alcanza una TIR de más de 6 puntos por sobre lo exigido, el Plan 2 ofrece un valor apenas cercano a este umbral. Además el Plan 1 posee un VAN que prácticamente duplica la inversión realizada.

## **12.4 AHORRO DE RECURSOS POR DISMINUCIÓN DE ACCIDENTES**

En esta sección se resumen los aspectos metodológicos y procedimientos para estimar los costos de ocurrencia de accidentes y los beneficios derivados de una reducción de éstos, producto de la implementación de los planes propuestos. Estos beneficios ya han sido integrados en la evaluación social realizada en la sección anterior.

El costo de un accidente está compuesto de dos aspectos, uno relacionado con los vehículos y el otro con sus ocupantes. Estos son los costos de daños materiales y/o pérdida de vehículo y los costos según nivel de gravedad de las lesiones. Se presenta a continuación un resumen de la metodología de cálculo de accidentes basado en los puntos 1.410 y 1.510 del Volumen 1 del Manual de Carreteras.

Los beneficios corresponden a la diferencia entre situación con proyecto y situación base, y quedan determinados para cada corte temporal de modelación.

Las relaciones accidentes-flujo vehicular, se basan en la adopción de valores medios de ocurrencias, obtenidos para caminos nacionales tipo, como tasas constantes de accidentes. Estos valores medios, se han apoyado en estadísticas nacionales, que relacionan el nivel de flujo asociado al camino (expresado en millones de vehículos-kilómetros) y los accidentes anuales ocurridos en el tramo de camino tipo considerado.

En la Tabla N° 12.4-1 se presentan los valores para vías interurbanas en diferentes tipos de caminos.

**Tabla N° 12.4-1**  
**Tasas Medias Anuales de Accidentes, Vías Interurbanas (Acc / MVK)**

Tipo De Camino	Accidentes	Lesionados	Muertes
Pavimentado Doble Calzada	0,60	0,45	0,04
Pavimentado Calzada Simple	1,20	1,37	0,12
No Pavimentado	1,80	1,90	0,28

Fuente: Vol 1 M.de C.

Para el caso que se verifique que los diseños propuestos tengan incorporadas contramedidas, y no se cuente con mayor información para estimar tasa de reducción en forma detallada, se emplea la Tabla N° 12.4-2 siguiente.

**Tabla N° 12.4-2**  
**Tasas Medias Anuales De Accidentes, Vías Interurbanas Considerando Contramedidas (Acc / MVK)**

Tipo De Camino	Accidentes	Lesionados	Muertes
Pavimentado Doble Calzada	0,40	0,30	0,02
Pavimentado Calzada Simple	0,90	1,05	0,06
No Pavimentado	1,40	1,50	0,14

Fuente: Vol 1 M.de C.

La cuantificación económica entonces, corresponde a la aplicación del vector de costos de la Tabla N° 12.4-3 para el total anual de accidentes y sobre el número esperado de lesionados y muertos, que se ha estimado para cada situación y corte temporal.

**Tabla N° 12.4-3**  
**Costos Medios por Accidentes (en UF por evento)**

Daños Materiales	Lesionados	Muertes
50,11	146,49	1438,87

Fuente: Vol 1 Manual de Carreteras

Con los flujos modelados y de las mejoras propuestas en los arcos es posible calcular los kilómetros anuales recorridos por tipo de carpeta en todos aquellos arcos que son mejorados.

**Tabla N° 12.4-4**  
**Millones de Kilómetros recorridos Anuales por tipo de Pavimento corte 2010.**

Tipo Pavimento	Base	Plan 1	Base 2	Plan 2
Capa Simple de Protección Asfáltica	108.176	15.638	157.732	16.310
Doble Calzada		19.989		172.072
Pavimentación Asfáltica	19.989	250.468	148.520	390.366
Con Contramedidas	0	92.538	0	232.633
Puente		6.855		4.227
Ripio	159.318		176.223	
Tierra	98.005		100.500	
Total general	385.488	385.488	582.975	582.975

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la Tabla N° 12.4-4 y utilizando las tasas medias de accidentes presentadas es posible calcular los accidentes, lesionados y muertes.

**Tabla N° 12.4-5  
Cantidad de Accidentes**

Corte Temporal	Escenario	Accidentes	Lesionados	Muertes
2010	Base 1	270,2	291,1	38,3
2010	Plan 1	150,5	173,9	10,4
2010	Base 2	315,9	345,0	41,7
2010	Plan 2	281,5	313,5	24,3
2020	Base 1	436,4	470,0	61,8
2020	Plan 1	243,1	280,8	16,7
2020	Base	510,2	557,3	67,3
2020	Plan 22	454,6	506,3	39,3

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la Tabla N° 12.4-5 y utilizando las tasas medias de accidentes presentadas es posible calcular los accidentes, lesionados y muertes.

**Tabla N° 12.4-6  
Costo Monetario de los Accidentes (millones \$ dic. 2004 /Año).**

Corte Temporal	Escenario	Accidentes	Lesionados	Muertes	Total
2010	Base 1	234,50	738,33	954,18	1927,01
2010	Plan 1	130,63	441,07	258,43	830,13
2010	Base 2	274,16	875,31	1038,91	2188,38
2010	Plan 2	244,29	795,20	606,69	1646,18
2020	Base 1	378,72	1192,40	1541,00	3112,12
2020	Plan 1	210,97	712,33	417,36	1340,66
2020	Base	442,77	1413,63	1677,84	3534,24
2020	Plan 22	394,53	1284,25	979,80	2658,58

Fuente: Elaboración Propia

Dado lo anterior, es posible obtener los beneficios por plan y corte temporal.

**Tabla N° 12.4-7  
Beneficio Monetario de los Accidentes. (Millones \$ dic. 2004 /Año).**

Corte Temporal	Escenario	Accidentes	Lesionados	Muertes	Total
2010	Plan 1	103,87	297,26	695,75	1096,88
2010	Plan 2	29,87	80,11	432,22	542,20
2020	Plan 1	167,75	480,07	1123,64	1771,46
2020	Plan 2	48,25	129,37	698,04	875,66

Fuente: Elaboración Propia

## 12.5 OPTIMIZACIÓN

El Plan 1 evaluado presenta buenos indicadores de rentabilidad social, por lo cual desde este punto de vista de la maximización de dichos indicadores, se puede considerar como óptimo, al menos en su comparación con el Plan 2.

Aprovechando el hecho de que el Plan 1 posee indicadores muy por sobre el umbral exigido, se ha decidido estudiar una nueva alternativa la que consiste en modificar el Plan 1 incorporándole una mayor cantidad de proyectos, buscando de esta manera un plan que maximice la inversión bajo el supuesto de que se cumpla además el criterio de rentabilidad social. Lo anterior se puede interpretar en términos prácticos en agregar una mayor cantidad de proyectos al Plan 1, de manera de que la TIR se mantenga por sobre el umbral del 8%.

Los proyectos a incorporar en este nuevo plan son escogidos del Plan 2, y corresponden naturalmente a aquellos proyectos no comunes de dicho plan, vale decir los proyectos “competitivos y alternativos 2”. Para escoger los mejores proyectos provenientes del set anterior se ha utilizado un indicador de “suficiencia”, el cual se define de la siguiente manera:

$$IS = \frac{TMDA_i}{fl_{\min}}$$

Donde

- $IS$  : Indicador de suficiencia.
- $TMDA_i$  : Tránsito Medio Diario Anual en el año  $i$ .
- $fl_{\min}$  : Flujo mínimo de intervención

Esto significa que los mejores proyectos son aquellos que superan en mayor medida el umbral de intervención definido. Los indicadores obtenidos se presentan en la Tabla N° 12.5-1.

**Tabla N° 12.5-1  
Indicadores de Suficiencia**

Proyecto	Descripción	Indicador 2010	Indicador 2020
P03	I-20, Entre la Estrella y la H-76	---	3,1
P11	Rutas I-342, I-336, I-330-H, H-900-I, H-82, H-886, Entre Santa Cruz y la Ruta 66	2,4	7,9
P28	M-450, Entre Chanco y Empedrado	---	3,2
P48	H-82 y H-864, Entre San Roberto y Pichidegua	---	2,7
P58	J-40, J-30-I, I-30-J e I-86, Entre Teno y Santa Cruz	10,4	---
P59	L-25, Puente Maule (Duao), K-675, K-569, K-565, Puente Lircay, K-45, K-405 y Conexión (K-405;K-25), Entre Linares y K-25	8,3	12,5
P60	Ruta 126, 128, K-60, K-260, K-420, K416, Limite regional con la VIII y Río Mataquito	3,7	6,1
P66	H-409, Conexión Requinoa-Rosario, H-511, H-611 y Conexión Pelequén San Pancrancio, Entre Requinoa y Roma	2,5	4
P67	L-535, Entre Linares y Limite con la VIII Región, precordillerano sur	3,4	5,6
P85	J-790, Entre Bif Llico y Boyeruca	2,2	---

**Fuente:** Elaboración Propia

Luego de algunas iteraciones se obtuvo que, seleccionando aquellos proyectos (ver tabla anterior) que poseen un valor de IS mayor a 2.0 se logra obtener un plan, denominado Plan 3, que logra superar los umbrales mínimos de rentabilidad, con una inversión ostensiblemente mayor que la ofrecida por el Plan 1.

Por otro lado se verificó que al agregar los mejores proyectos del Plan 2, las intervenciones originales correspondientes al Plan 1 no sufrieron modificaciones, por lo cual el Plan 3 se compone efectivamente del Plan 1 definitivo más los proyectos seleccionados del Plan2.

Los resultados de la evaluación del Plan 3 se presentan entre la Tabla N° 12.5-2 y la Tabla N° 12.5-5. Los datos detallados por proyecto se incorporan en el anexo digital.

**Tabla N° 12.5-2  
Plan 3:Ahorro Consumo de Tiempo de Viaje**

Escenario Vial	2010					2020				
	VL	CS	CP	Bus	Total	VL	CS	CP	Bus	Total
Consumo(Millones \$/Año)										
Base	306.583	52.849	50.482	6.647	409.914	517.388	89.269	81.625	6.647	688.282
Plan3	288.890	51.271	51.851	6.531	392.012	490.454	87.392	84.036	6.591	661.883
Beneficio(Millones \$/Año)										
Plan3	17.693	1.578	- 1.368	116	18.018	26.934	1.876	-2.411	56	26.455

**Fuente:** Elaboración Propia



**Tabla N° 12.5-3  
Ahorro Consumos Operacionales**

Escenario Vial	2010					2020				
	VL	CS	CP	Bus	Total	VL	CS	CP	Bus	Total
Consumo (Millones \$/Año)										
Base	245.195	76.282	134.632	3.207	456.109	403.908	125.110	209.747	3.207	738.765
Plan 3	239.913	72.869	134.064	1.913	445.845	395.305	120.378	208.233	2.248	721.915
Beneficio (Millones \$/Año)										
Plan 3	5.282	3.414	568	1.293	10.557	8.604	4.732	1.514	959	15.808

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.5-4  
Indicadores Económicos de Rentabilidad**

Ítem	Plan 3
Inversión 2010 (Millones \$)	340.367
Inversión 2020 (Millones \$)	80.597
Conservación Millones \$ (valor actualizado)	192.664
VAN (Millones \$)	38.222
TIR	8,8%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.5-5  
Comparación Planes**

Ítem	Plan 1	Plan 2	Plan 3
Inversión 2010 (Millones \$)	254.633	261.231	340.367
Inversión 2020 (Millones \$)	57.710	85.162	80.597
Conservación Millones \$ (valor actualizado)	163.690	168.146	192.664
VAN (Millones \$)	275.195	-2.645	38.222
TIR	14,5%	7,9%	8,8%

Fuente: Elaboración Propia

Las tablas anteriores demuestran que el Plan 3 incluye una mayor inversión con respecto a los planes 1 y 2 originalmente evaluados, y conservando la rentabilidad social. Por otro lado el Plan 1 sigue siendo el que produce mayores beneficios sociales lo cual se demuestra al presentar un VAN claramente más favorable con respecto al resto de los planes.

## 12.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En esta última fase se realizó un análisis de sensibilidad de los planes, orientado a revisar tres aspectos:

- Determinar el impacto en los indicadores de rentabilidad de los planes en función de las variaciones de las variables presupuestadas, tales como inversión y beneficios.
- Calcular el impacto en la rentabilidad del plan al incluir tarifas en proyectos concesionables dentro del modelo de transporte.
- Medir como afecta a la ejecución de un plan de proyectos la restricción presupuestaria.

### 12.6.1 Beneficios e Inversión

Un aumento del 20% en la inversión presupuestada produciría que los planes 2 y 3 no alcancen los umbrales de rentabilidad social, por lo cual se debiera reestudiar la configuración de estos, o aplazar la puesta en marcha del plan. No sucede lo mismo con el Plan 1, siendo este más robusto en términos de garantizar la rentabilidad aún bajo un supuesto aumento en los costos de construcción y mantención de las obras.

Este análisis se mantiene para el caso de una supuesta disminución en los beneficios estimados para los planes.

Naturalmente que el Plan 3 no es rentable al aplicarle estas condiciones, ya que fue concebido de tal manera de maximizar la inversión conservando una rentabilidad cercana al 8%.

**Tabla N° 12.6-1  
Análisis de Sensibilidad**

Indicador	Inversión +20%			Beneficios -20%		
	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan1	Plan 2	Plan 3
VAN	199.452	-82.659	-59.609	144.413	-82.130	-67.254
TIR	12,0%	6,2%	6,9%	11,5%	5,9%	6,5%

Fuente: Elaboración Propia

### 12.6.2 Tarifas por Concesión

Se realizó una estimación del impacto que significaría sobre ciertos ejes la operación de un proyecto que considere el cobro de peajes a los usuarios. Esto debido a que frecuentemente se ha observado que la inclusión de peajes en la red provoca distorsiones en la asignación vehicular (evasión de peajes), lo que provoca impactos de tipo negativo en la rentabilidad social y privada del proyecto.

En el presente caso el ejercicio consistió en simular el Plan 1 definiendo un esquema de cobro de peajes para el caso de los proyectos de mejoramiento de las rutas 66 e I-50. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla N° 12.6-2 y la Tabla N° 12.6-3.

**Tabla N° 12.6-2  
Indicadores Económicos de Rentabilidad**

Ítem	Plan 1 Con Tarifa
Inversión 2010 (Millones \$)	254.633
Inversión 2020 (Millones \$)	57.710
Conservación Millones \$ (valor actualizado)	163.690
VAN (Millones \$)	274.422
TIR	14,5%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12.6-3  
TMDA Rutas Concesionables, en Escenarios tarifarios**

Sector	Sin Tarifa	Con Tarifa
<b>Ruta 66</b>		
Rapel	4.216	3.642
Variante El Manzano	3.171	2.754
Peumo-Las Cabras	6.130	5.606
San Vicente-Peumo	5.527	3.625
<b>Ruta I-50</b>		
Placilla – Santa Cruz	9.256	7.848
Tarifa Total Ruta 66 (\$/vl)		2.100
Tarifa Ruta I-50 (\$/vl)		1.000

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la rentabilidad global del Plan 1 no se ve afectada por la inclusión de los peajes indicados en el sistema. Sin embargo el flujo en el eje se ve disminuido debido a la evasión de los usuarios al pago de tarifas, por lo cual se deduce que tanto la rentabilidad privada como la social del proyecto puntual, puede ser impactada en forma negativa.

### 12.6.3 Restricción Presupuestaria

La implementación de los proyectos correspondientes al plan seleccionado puede presentar restricciones, principalmente desde el punto de vista presupuestario. Lo anterior se debe principalmente a que el MOP ha contado históricamente con un presupuesto anual limitado para cada región, el cual además estipula ciertos montos para cada ítem del Programa Nacional de Inversiones. En la siguiente tabla se incluye el gasto histórico realizado por el MOP para cada una de las regiones en estudio. Se ha calculado el promedio del gasto anual, y un segundo promedio asumiendo un gasto en mantenimiento equivalente al 40% del total.

**Tabla N° 12.6-4  
Gasto Histórico Obras Vialidad Macrozona Centro-Sur**

Año	Región		Total
	VI	VII	
1996	25.585	35.597	61.182
1997	30.685	33.232	63.917
1998	36.389	40.428	76.817
1999	27.611	37.073	64.684
2000	21.410	36.135	57.545
2001	27.575	34.680	62.255
2002	15.808	37.758	53.566
2003	16.8801	18.043	34.924
2004	18.605	19.657	38.262
2005	16.360	30.057	46.417
<b>Promedio 1</b>	<b>23.691</b>	<b>32.266</b>	<b>55.957</b>
<b>Promedio 2</b>	<b>14.215</b>	<b>19.360</b>	<b>33.575</b>

Fuente: MOP

Los datos extraídos del programa indican que se ha considerado un presupuesto promedio histórico de inversión de 33.500 millones de pesos anuales en pavimentación de obras viales para la macrozona en su conjunto.

Por otro lado los planes propuestos en el presente estudio alcanzan un valor de 254.000 millones de pesos en el caso del Plan 1, los cuales se deben invertir en 10 años. Con esto la inversión anual corresponde a un valor promedio de 25.400 millones, cifra menor a lo programado históricamente por el MOP para el área de estudio. Lo anterior se reitera para el caso del Plan 2, con una inversión promedio anual de 26.100 millones de pesos.

Sin embargo el Plan 3 puede tener riesgo presupuestario, pues alcanza una cifra de inversión anual de 34.000 millones. Lo anterior puede ser solventado mediante el aporte de los proyectos concesionables de mejoramiento (rutas 66 e I-50), y el aporte privado en el financiamiento de mantención de obras viales (CODELCO, CELCO, INACESA).

De esta manera los planes estudiados son perfectamente factibles de ejecutar desde el punto de vista financiero, y que además existirá una cantidad remanente de presupuesto que puede ser destinado a otros objetivos, tales como el aumento en los montos de conservación del resto de la red o la implementación de obras complementarias, como lo son la seguridad vial o la construcción de ciclovías.

## **12.7 SELECCIÓN DEL PLAN Y PROGRAMA DE INVERSIONES**

Los análisis anteriores demuestran que existen 2 planes que cumplen con los requerimientos de rentabilidad social. Estos son el Plan 1 y el Plan 3. Ambos planes cumplen con el requisito de proponer obras de mejoramiento y mantenimiento sustantivo para la red vial de la macrozona, pero enfocados a distintos objetivos.

El Plan 1 tiene por objetivo incluir al menos aquellos proyectos de mayor interés para la planificación del MOP. De esta manera la idea es obtener los mejores indicadores de rentabilidad posible, lo cual se cumple de acuerdo a los resultados obtenidos, observándose una TIR social del 14.5% y un VAN de un 50% con respecto a la inversión en obras.

El Plan 3 por su parte tiene por objetivo maximizar la inversión, cumpliendo con las restricciones de rentabilidad social y financiera. De esta manera incorpora todos los proyectos del Plan 1 más los mejores proyectos del Plan 2. El resultado obtenido demuestra que con una TIR del 8.8% el Plan 3 cumple con el primer requisito, mientras que la inversión de 420.000 millones de pesos es superior en un 35% por sobre lo planteado para el Plan 1.

Una manera de resumir las ventajas de cada plan se presenta en la Tabla N° 12.7-1.

**Tabla N° 12.7-1  
Ventajas Comparativas Planes Seleccionados**

ITEM	Plan 1	Plan 3
Mejor TIR	√	
Mejor VAN	√	
Cumple Indicadores de Sensibilidad	√	
Cobertura Red		√
Usuarios Beneficiados		√
Inversión Social		√
Cumple Restricción Financiera	√	√

Fuente: Elaboración Propia

Si bien es labor del MOP decidir cual de los planes es el más adecuado para su implementación de acuerdo a las políticas de inversión que se estipulen, el consultor sugiere como más conveniente el Plan 3. Lo anterior se fundamenta en que el Plan 3 ya posee todas las bondades ofrecidas por el Plan 1, al contener todos sus proyectos, pero además incorpora una mayor cantidad de obras, aumentando la cobertura y por lo tanto la cantidad de usuarios beneficiados, sin dejar de cumplir los requisitos de rentabilidad económica.

El plan de inversiones para cada uno de los planes seleccionados se incorpora en anexo digital. Dicho anexo contiene una ficha para cada proyecto de acuerdo al plan al cual pertenece, en estos documentos se agregan los montos de inversión, conservación, intervención y TMDA para los cortes temporales 2010 y 2020.

## 12.8 EVALUACIÓN DE PROYECTOS PUNTUALES

El modelo de transporte ha sido empleado finalmente para realizar una evaluación a nivel de perfil y en forma independiente de cinco proyectos viales relevantes para el área en estudio. Cabe señalar que estos proyectos ya forman parte de los planes estudiados. Para la estimación de los ahorros se ha asumido como punto de comparación la Situación Base definida originalmente en el presente estudio.

- **Proyecto 1: Mejoramiento Ruta de La Fruta**

El proyecto consiste en un mejoramiento de la Ruta 66-Ch entre Ruta 5 y Lago Rapel (Límite Regional). Se considera una operación de la vía con un estándar de autorruta entre Ruta 5 y Las Cabras, continuando con una by Pass en el sector El Manzano y siguiendo con doble calzada hasta el Límite Regional. Se ha simulado bajo un esquema concesionado en el cual se ha incluido 3 puntos de cobro (uno en el tramo externo Las Arañas-San Antonio), cuya suma equivale a \$2100 por el uso de toda la ruta (vehículos Livianos).

- **Proyecto 2: Mejoramiento Ruta I-50**

Este proyecto tiene como objetivo un mejoramiento de la Ruta I-50 entre Ruta 5 y Santa Cruz. Se ha modelado con estándar de Autorruta de doble calzada y bajo un

esquema concesionado con un solo punto de cobro por un valor de \$800 para Vehículos Livianos.

▪ **Proyecto 3: Implementación Puente Maule en Colbún**

Se trata de evaluar la implementación del Puente Sobre el Río Maule en Colbún, el cual unirá las rutas L-31 y K-693, en la localidad de Queri. Con este puente se complementa el arco precordillerano exterior que une Linares con Curicó a través de las rutas L-31 y L-25.

▪ **Proyecto 4: Implementación Puente Maule, en Duao (Alternativa 2)**

Proyecto alternativo al anterior, que consiste en implementar un puente sobre el Río Maule que una las rutas L-25 y K-675, generándose así un eje precordillerano más cercano a la Ruta 5.

▪ **Proyecto 5: Ruta Forestal**

Se trata de un proyecto de mejoramiento de la accesibilidad del sector forestal de Constitución hacia el sector Portuario de Concepción. En la actualidad la carga forestal se realiza desde Constitución a Villa Alegre en camiones, para posteriormente separarse en dos tipo de traslado: uno 50% en ferrocarril hacia Concepción y otro 50% en camiones hacia el mismo destino, utilizando la Ruta 5 y el Acceso Norte. La idea es entonces realizar un mejoramiento a la Ruta M-50, Ruta 126, hasta Rafael, lo cual incluye un By-Pass a Cauquenes con la construcción de un nuevo puente, y sendos mejoramientos geométricos para los tramos Constitución- Chanco y particularmente Trehuaco-Rafael. El supuesto es que con este proyecto la carga maderera podrá circular por esta ruta hacia el puerto, produciéndose importantes ahorros de operación.

En la Tabla N° 12.8-1 se presentan los indicadores de rentabilidad de los proyectos mencionados.

**Tabla N° 12.8-1  
Indicadores Económicos de Rentabilidad**

Ítem	Proyectos Puntuales						
	P-1	P-1 Tarificado	P-2	P-2 tarificado	P-3	P-4	P-5
Inversión (Millones \$)	49.550	49.550	27.895	27.895	3.440	3.710	8.859
Conservación Millones \$ (valor actualizado)	5.723	5.723	2.881	2.881	1.200	3.446	2.152
VAN (Millones \$)	47.398	29.819	14.072	6.893	3.874	5.118	3.104
TIR (%)	17,8%	14,3%	12,9%	10,1%	19,8%	17,4%	11,5%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados anteriormente expuestos reflejan lo siguiente:

- Los proyectos de concesión (P-1 y P-2) son rentables socialmente bajo las condiciones de mejoramiento y tarifas planteadas. Esto se cumple para los casos con y sin tarifa evaluados, donde se aprecia que la implementación de peajes afecta a la evaluación social, disminuyendo la TIR en 3.5 puntos (Ruta 66) producto de la evasión del cobro.
- En esta misma línea el proyecto de concesión de la Ruta I-50 (P-2) entrega resultados muy alentadores. Sin embargo son los estudios específicos de estas concesiones los que tienen que determinar en forma más exacta la inversión que ellos requieren y corroborar su bancabilidad.
- De los proyectos orientados a la implementación del Puente sobre el Río Maule, la Alternativa 2 correspondiente a la más cercana a la Ruta 5 presenta mejores indicadores (P- 4). Ambas alternativas son altamente rentables desde el punto de vista social.
- El proyecto de mejoramiento de la Ruta Forestal (P-5) posee indicadores de rentabilidad social positivos. Sin embargo, al igual que los otros casos analizados, este debe ser sometido a un estudio más riguroso de costos de inversión, debido a que presenta tramos con dificultades geométricas y pasos por centros urbanos, aparte del ya mencionado By-Pass Cauquenes (Quirihue, Trehuaco, Coelemu). Del mismo modo si el proyecto es concesionado, debe estudiarse los aspectos tarifarios y de cofinanciamiento.

Finalmente haciendo una relación con los circuitos productivos, se ha calculado el porcentaje de participación de cada área productiva relevante en el flujo asignado a cada proyecto planteado. Lo anterior se refleja en la Tabla N° 12.8-2 para las rutas con mayor participación productiva.

**Tabla N° 12.8-2  
Proporción Productiva Por Proyecto, Rutas Principales**

Proyecto	Identificación	Agrícola	Forestal	Otros
7	Ruta 66, entre la Ruta 5 y Límite Regional (RM)	46,0%	13,1%	40,9%
8	Ruta H-30 entre Rancagua y Ruta 66	46,0%	13,1%	40,9%
9	Ruta I-50, entre San Fernando y Snta Cruz	30,1%	8,4%	61,5%
12	J-60, Entre Curicó y Puente Mataquito	14,7%	55,3%	30,1%
13	M-24-K, Entre Puente Lautaro y Constitución	14,7%	55,3%	30,1%
15	M-50, Entre Cauquenes y Constitución	11,5%	23,3%	65,2%
16	M-80-N, Entre la M-50 y límite regional	2,9%	59,9%	37,2%
25	I-502, Entre Cahuil y Boyeruca	14,7%	55,3%	30,1%
26	L-30-M, Entre Constitución y Ruta 5	16,2%	46,5%	37,3%
28	M-450 ,Entre Empedrado y Chanco (M-50)	2,9%	59,9%	37,2%
35	G-880, Entre Rapel y Matanzas	24,1%	40,8%	35,1%
41	M-20-K, Entre la K-60 y Putú (M-24-K)	12,3%	36,8%	51,0%
51	I-111, Entre Ruta 5 y San José de los Lingues	46,0%	13,1%	40,9%
60	Ruta 126, L-326, K-660-L, K-416, entre Limite Regional (VIII) y Río Mataquito	1,2%	62,8%	36,0%
66	H-511, H-611, entre Gultro y Roma	46,0%	13,1%	40,9%
85	J-790, entre Boyeruca y Tilicura	62,4%	12,5%	25,1%
89	Bypass Cauquenes Poniente	1,5%	83,0%	15,5%

**Nota:** Porcentaje por tipo de carga calculado sobre el flujo de camiones pesados.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 12.8-1**

<b>12</b>	<b>EVALUACION SOCIAL .....</b>	<b>12-1</b>
12.1	METODOLOGIA APLICADA .....	12-2
12.2	EVALUACIÓN PRELIMINAR .....	12-4
12.3	EVALUACIÓN DEFINITIVA .....	12-7
12.4	AHORRO DE RECURSOS POR DISMINUCIÓN DE ACCIDENTES .....	12-20
12.5	OPTIMIZACIÓN .....	12-23
12.6	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	12-25
12.6.1	Beneficios e Inversión .....	12-26
12.6.2	Tarifas por Concesión .....	12-26
12.6.3	Restricción Presupuestaria .....	12-27
12.7	SELECCIÓN DEL PLAN Y PROGRAMA DE INVERSIONES .....	12-28
12.8	EVALUACIÓN DE PROYECTOS PUNTUALES .....	12-29