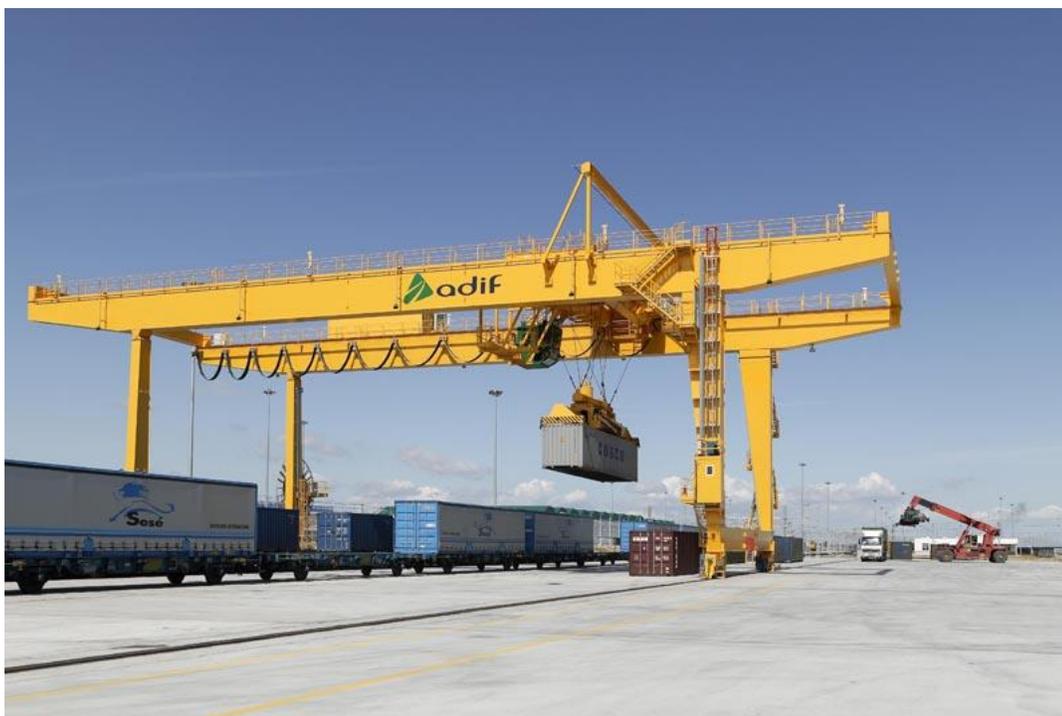


**REPÚBLICA DE CHILE**  
**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES**  
**SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES**



**ANÁLISIS DEL TRANSPORTE FERROVIARIO DE CARGA**  
**INFORME FINAL**



**NOVIEMBRE 2011**

# ANÁLISIS DEL TRANSPORTE FERROVIARIO DE CARGA

## INFORME FINAL

### INDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Contexto .....</b>	<b>4</b>
2.1 Ventajas intrínsecas del ferrocarril .....	4
2.2 Distorsiones del mercado .....	5
2.3 Evaluación de proyectos de transporte .....	6
2.4 Visión global del mercado de transporte de carga por ferrocarril .....	7
2.5 El mercado actual de transporte de carga por ferrocarril en Chile .....	9
2.5.1 Ferronor .....	9
2.5.2 FCAB .....	10
2.5.3 Fepasa y Transap .....	10
2.6 El mercado potencial de transporte de carga por ferrocarril .....	11
<b>3. Intermodalidad e interoperatividad .....</b>	<b>12</b>
3.1 Intermodalidad .....	12
3.1.1 General .....	12
3.1.2 Transporte marítimo .....	12
3.1.3 Transporte carretero .....	14
3.2 Interoperatividad .....	21
3.3 Accesibilidad .....	23
<b>4. Experiencias extranjeras .....</b>	<b>25</b>
4.1 Estados Unidos .....	25
4.1.1 Visión general .....	25
4.1.2 Organización institucional .....	27
4.1.3 Interoperatividad .....	28
4.1.4 Intermodalidad .....	29
4.1.5 Comentarios .....	33
4.2 Argentina .....	34
4.2.1 Visión general .....	34
4.2.2 Organización institucional .....	40
4.2.3 Participación en el mercado .....	40
4.2.4 Interoperatividad .....	42
4.2.5 Intermodalidad .....	43

<b>4.3</b>	<b>Europa</b> .....	<b>43</b>
4.3.1	Visión general .....	43
4.3.2	Organización institucional.....	46
4.3.3	Interoperatividad.....	50
4.3.4	Intermodalidad .....	55
4.3.5	Comentarios.....	59
<b>4.4</b>	<b>Brasil</b> .....	<b>60</b>
4.4.1	Visión general .....	60
4.4.2	Organización institucional.....	65
4.4.3	Interoperabilidad e intermodalidad .....	69
4.4.4	Comentarios.....	73
<b>5.</b>	<b>Revisión normativa y legal</b> .....	<b>74</b>
5.1	Definiciones previas:.....	74
5.2	Análisis de normativa ferroviaria nacional .....	75
5.2.1	Ley General de Ferrocarriles de 1931 .....	75
5.3	Desarrollo de la interoperatividad .....	78
5.4	Transporte multimodal.....	80
5.4.1	Principales regulaciones regionales .....	80
5.4.2	Normativa interna del transporte multimodal .....	80
5.5	Accesibilidad .....	81
5.5.1	General .....	81
5.5.2	Intentos de aplicación de concesiones ferroviarias, ley de concesiones de obras públicas: .....	81
5.5.3	Modalidad de ejecución de proyectos ferroviarios a la luz del DFL N°1.....	82
5.5.4	Normas de Regulación de concesiones particulares al amparo de la LGF: .....	84
5.5.5	Otorgamiento de Subsidios a actividades ferroviarias .....	84
5.5.6	Incentivos tributarios para los concesionarios de la Ley General de Ferrocarriles. ....	86
5.5.7	Otros incentivos contenidos en la LGF .....	86
5.5.8	Seguridad en el diseño.....	87
<b>6.</b>	<b>Revisión y afinamiento metodológico</b> .....	<b>89</b>
6.1	Revisión de antecedentes .....	89
6.2	Análisis del mercado de transporte ferroviario de carga .....	89
6.3	Diseño de una estrategia de fomento de la interoperatividad.....	90
6.4	Diseño de una estrategia de fomento de la integración modal .....	90
6.5	Análisis de proyectos relevantes de transporte ferroviario .....	91
<b>7.</b>	<b>Antecedentes y proyecciones de demanda del mercado de carga nacional</b> .....	<b>92</b>
7.1	Introducción.....	92
7.2	Sector minero .....	93
7.2.1	Cobre .....	95

7.2.2	Hierro .....	98
7.2.3	Sal.....	100
7.2.4	Insumos Cemento (caliza, yeso y pumicita).....	101
7.2.5	Compuestos de boro (Ulexita) .....	102
7.2.6	Fertilizantes (Nitratos, Compuestos de potasio) .....	102
7.2.7	Recursos Silíceos (cuarzo y arena silícea) .....	104
7.2.8	Ácido Sulfúrico .....	104
<b>7.3</b>	<b>Sector forestal .....</b>	<b>106</b>
7.3.1	Explotaciones forestales.....	107
7.3.2	Celulosa .....	107
7.3.3	Madera aserrada y elaborada.....	108
7.3.4	Tableros y chapas.....	109
7.3.5	Astillas.....	110
7.3.6	Papeles y cartones.....	111
<b>7.4</b>	<b>Sector industrial .....</b>	<b>111</b>
7.4.1	General .....	111
7.4.2	Acero.....	112
7.4.3	Cemento .....	113
7.4.4	Productos químicos.....	114
7.4.5	Productos metálicos y metalmecánicos.....	115
7.4.6	Productos del mar .....	115
7.4.7	Combustibles .....	115
7.4.8	Gas natural.....	115
<b>7.5</b>	<b>Sector Agroindustrial .....</b>	<b>116</b>
7.5.1	Cebada .....	116
7.5.2	Trigo.....	117
7.5.3	Azúcar.....	117
7.5.4	Maíz .....	118
<b>7.6</b>	<b>Sector Agrícola y pecuario .....</b>	<b>118</b>
<b>8.</b>	<b><i>Análisis del mercado de transporte ferroviario de carga redes trocha angosta .....</i></b>	<b><i>119</i></b>
<b>8.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>119</b>
<b>8.2</b>	<b>Ferrocarril Arica – La Paz.....</b>	<b>119</b>
8.2.1	Historial .....	119
8.2.2	Proyecto de Rehabilitación y Remediación.....	121
8.2.3	Perspectivas.....	121
<b>8.3</b>	<b>Ferrocarril de Tocopilla.....</b>	<b>124</b>
<b>8.4</b>	<b>Subred Región de Antofagasta.....</b>	<b>126</b>
8.4.1	FCAB .....	126
8.4.2	FERRONOR.....	128
<b>8.5</b>	<b>Ferronor sector Chañaral.....</b>	<b>129</b>
<b>8.6</b>	<b>Ferronor-CMP sector Vallenar .....</b>	<b>130</b>
<b>8.7</b>	<b>CMP sector La Serena – Coquimbo.....</b>	<b>131</b>

8.8	Ferronor sector La Calera .....	132
<b>9.</b>	<b>Análisis del mercado de transporte ferroviario de carga red EFE .....</b>	<b>134</b>
9.1	Descripción de la red .....	134
9.2	Caracterización y análisis de demanda .....	137
9.2.1	Sector forestal .....	140
9.2.2	Sector minero.....	142
9.2.3	Sector industrial y construcción .....	145
9.2.4	Contenedores.....	147
9.2.5	Sector agrícola y agroindustrial .....	150
<b>10.</b>	<b>Costos.....</b>	<b>152</b>
10.1	Introducción.....	152
10.2	Estimación de costos logísticos .....	153
10.2.1	Mineral de hierro .....	153
10.2.2	Cobre metálico .....	157
10.2.3	Concentrado de cobre .....	165
10.2.4	Ácido sulfúrico.....	169
10.2.5	Celulosa .....	173
10.3	Análisis de costos externos .....	177
10.3.1	Discusión general sobre costos externos en transporte ferroviario .....	177
10.3.2	Enfoque metodológico.....	180
10.3.3	Estimación de costos externos .....	185
10.4	Resumen costos.....	193
<b>11.</b>	<b>Análisis estudio de caso nacional: Corredor Bioceánico Aconcagua (CBA).....</b>	<b>194</b>
11.1	Planteamiento .....	194
11.2	Historia .....	194
11.3	Consideraciones generales .....	195
11.4	Estudio de demanda.....	196
11.4.1	Descripción .....	196
11.4.2	Comentarios sobre el estudio de demanda .....	201
11.5	Comentarios sobre el diseño técnico .....	204
11.5.1	Radios de curvas.....	204
11.5.2	Capacidad de soporte de la infraestructura .....	204
11.5.3	Sistema de tracción.....	205
<b>12.</b>	<b>Análisis y diagnóstico .....</b>	<b>207</b>
12.1	Discusión general.....	207
12.2	Nuevos mercados.....	208
12.3	Interoperatividad.....	210
12.3.1	FCALP .....	210
12.3.2	Ferrocarril de Tocopilla.....	210

12.3.3	FCAB/Ferronor .....	210
12.3.4	Ferronor/Ferrocarril de Potrerillos.....	211
12.3.5	Ferronor/Ferrocarril de Algarrobo .....	211
12.3.6	Ferronor/Ferrocarril de Romeral .....	211
12.3.7	Ferronor/Ferrocarril de Cemento Melón .....	212
12.3.8	Red de EFE.....	212
<b>12.4</b>	<b>Intermodalidad .....</b>	<b>214</b>
12.4.1	FCALP .....	215
12.4.2	Ferrocarril de Tocopilla.....	216
12.4.3	FCAB .....	216
12.4.4	Ferrocarril de Potrerillos .....	216
12.4.5	Ferrocarril de Algarrobo.....	216
12.4.6	Ferrocarril de Romeral.....	217
12.4.7	Ferronor .....	217
12.4.8	Red de EFE.....	217
12.4.9	Contenedores de carga general .....	218
<b>12.5</b>	<b>Accesibilidad .....</b>	<b>220</b>
12.5.1	FCALP .....	220
12.5.2	Ferrocarril de Tocopilla.....	221
12.5.3	FCAB .....	221
12.5.4	Ferrocarril de Potrerillos .....	221
12.5.5	Ferrocarril de Algarrobo.....	221
12.5.6	Ferrocarril de Romeral.....	221
12.5.7	Ferronor .....	221
12.5.8	Red de EFE.....	222
12.5.9	Proyectos propuestos por Fepasa .....	233
12.5.10	Otros proyectos en la red de EFE .....	233
<b>12.6</b>	<b>Política de transportes .....</b>	<b>234</b>
12.6.1	General .....	234
12.6.2	Planes de inversión de EFE .....	234
12.6.3	El caso del puerto de Valparaíso.....	235
12.6.4	El caso de los puertos del Gran Concepción .....	235
12.6.5	El acceso a Santiago.....	236
<b>13.</b>	<b>Plan de Acción .....</b>	<b>238</b>
<b>13.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>238</b>
<b>13.2</b>	<b>En relación con la interoperatividad .....</b>	<b>239</b>
13.2.1	General .....	239
13.2.2	Política de libre acceso.....	240
13.2.3	Cobro de costos de infraestructura.....	240
13.2.4	Revisión de los contratos de acceso de los porteadores de carga .....	241
13.2.5	Costos de asignación de los canales de circulación .....	241
13.2.6	Estándares de mantenimiento de la vía férrea .....	241
<b>13.3</b>	<b>En relación con la intermodalidad.....</b>	<b>242</b>
13.3.1	General .....	242
13.3.2	Accesos ferroviarios a los puertos.....	243

13.3.3	Aumento de los gálivos verticales ferroviarios .....	243
13.3.4	Utilización de vehículos mixtos riel-carretera .....	244
<b>13.4</b>	<b>En relación con la accesibilidad.....</b>	<b>244</b>
13.4.1	General .....	244
13.4.2	Fórmulas institucionales para la ejecución de inversiones en ferrocarriles .....	244
13.4.3	Procedimiento de generación y evaluación de proyectos ferroviarios.....	245
13.4.4	Mejoramiento de la infraestructura de EFE.....	246
13.4.5	Conexiones internacionales .....	247
<b>13.5</b>	<b>En relación con la seguridad .....</b>	<b>248</b>
13.5.1	General .....	248
13.5.2	Complementación de la normativa de transporte de sustancias peligrosas ....	248
13.5.3	Fiscalización del transporte de productos peligrosos.....	248
13.5.4	Limitación del transporte por carretera de productos peligrosos.....	248
<b>13.6</b>	<b>En relación con el medio ambiente .....</b>	<b>249</b>
13.6.1	General .....	249
13.6.2	Modernización del equipo tractor de los ferrocarriles.....	249
<b>13.7</b>	<b>Aplicación del Marco Lógico .....</b>	<b>250</b>
<b>14.</b>	<b>Fichas de Acciones Propuestas .....</b>	<b>255</b>
<b>15.</b>	<b>Taller .....</b>	<b>272</b>
<b>16.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>273</b>

## **Anexos**

- Anexo 1**      **Concesiones viales**
- Anexo 2**      **Revisión bibliográfica**
- Anexo 3a**     **Encuesta Jane's 2009**
- Anexo 3b**     **Impulso competitivo FCAB**

## **Anexo digital**

**Matriz consolidada Fepasa –Transap**

**Planillas de cálculo costos logísticos y externos**

**Presentación Taller**

# 1. Introducción

La Subsecretaría de Transportes ha encargado a LIBRA Ingenieros Consultores la ejecución de un estudio cuyo objetivo general es el diseñar estrategias de fomento a la integración modal e interoperatividad ferroviaria, de manera de incentivar la competitividad y eficiencia del mercado ferroviario de carga a nivel nacional.

A partir de este objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación del transporte ferroviario de carga a nivel nacional, haciendo hincapié en temas de integración modal e interoperatividad.
- Diseñar estrategias nacionales de fomento e inversión en infraestructura, para la interoperatividad de la carga ferroviaria
- Diseñar una estrategia nacional de fomento e inversión en infraestructura, para la integración del movimiento ferroviario de carga, tanto con otros modos de transporte como con los diversos sistemas de actividades.

Este estudio es la continuación lógica y complemento de los estudios anteriormente realizados por la Subsecretaría en relación con el transporte terrestre y particularmente ferroviario.

El primero de éstos, realizado en 2008, es el *Diagnóstico del Modo de Transporte Ferroviario*, que describe la totalidad de los ferrocarriles públicos y privados en Chile, mostrando sus áreas de influencia y señalando sus principales actividades. El estudio incluye un análisis del contexto legal en que se desarrollan las actividades ferroviarias –la Ley General de Ferrocarriles y la Ley Orgánica de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, las más importantes- y propone lineamientos para una política de transporte ferroviario.

El segundo, realizado en 2009, es un *Análisis Económico del Transporte de Carga Nacional*, que sitúa al transporte ferroviario en el contexto del transporte nacional de carga. Este estudio, así como el anteriormente mencionado, han sido analizados y la información que contienen ha sido tomada como base para el presente estudio. Cabe hacer presente que estos dos estudios, así como un tercero que complementa el *Diagnóstico del Modo de Transporte Ferroviario*, realizado también en 2008, el *Análisis de la Seguridad en el Transporte Ferroviario*, fueron realizados por el mismo equipo consultor del presente estudio.

El estudio ha sido separado en un conjunto de 4 tareas:

- Tarea 1: Revisión de antecedentes
- Tarea 2: Análisis del mercado ferroviario de carga
- Tarea 3: Diseño de una estrategia nacional de fomento e inversión en infraestructura para la interoperatividad de la carga ferroviaria.
- Tarea 4: Diseño de una estrategia nacional de fomento e inversión en infraestructura para la integración del transporte ferroviario de carga,

El presente informe corresponde al Informe Final del estudio y se ha estructurado en 15 capítulos, de los cuales la presente introducción es el primero.

En el capítulo 2 se describe el contexto actual en que se desarrolla el transporte ferroviario nacional, señalando las ventajas intrínsecas del modo ferroviario, las actuales distorsiones del mercado y una visión global del transporte de carga por ferrocarril, para concluir con un análisis del mercado actual y potencial del transporte de carga.

En el capítulo 3 se profundiza lo anterior en relación a la temática principal del estudio, es decir, la intermodalidad e interoperatividad, agregando también un análisis sobre el concepto de accesibilidad, que el Consultor considera gravitante en la competitividad ferroviaria.

En el capítulo 4 se reporta la recopilación y análisis de las experiencias internacionales en relación al transporte ferroviario, en general, y respecto de la intermodalidad e interoperatividad, en particular. Se analiza en primer lugar la experiencia norteamericana, que constituye el paradigma del transporte de carga por ferrocarril, por sus avances tecnológicos que se traducen en menores costos y mayor competitividad. Se analiza luego la experiencia argentina, que ha optado por un esquema de integración vertical enteramente diferente al chileno; la experiencia europea, que utiliza un esquema institucional similar al de Chile y finalmente la experiencia de Brasil, que tiene un modelo mixto.

En el capítulo 5 se reporta la revisión y análisis de la normativa nacional relacionada con los temas del estudio, reiterando la necesidad de actualizar la Ley General de Ferrocarriles y analizando luego desde el punto de vista legal y reglamentario los conceptos de interoperatividad, intermodalidad y accesibilidad que constituyen los ejes básicos del estudio.

El capítulo 6 se refiere a la revisión y afinamiento metodológico para el desarrollo del estudio. Se revisa los conceptos básicos fijados para su desarrollo y se precisa el enfoque que se dará al análisis.

En el capítulo 7 se entrega una caracterización de la demanda por transporte de carga actual a nivel nacional y sus proyecciones, basada en antecedentes de estudios previos para los diferentes sectores productivos: Minería, Forestal, Industrial, Agroindustrial y Agrícola y Pecuario.

En el capítulo 8 se describen y caracterizan física y geográficamente los distintos ferrocarriles de trocha angosta existentes en Chile, localizados entre la Región de Arica y la de Valparaíso. Se analiza el Ferrocarril de Arica a La Paz; el Ferrocarril de Tocopilla; el Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia; el Ferrocarril del Norte Ferromotor, en sus diferentes áreas de operación, y los ferrocarriles de la Compañía Minera del Pacífico CMP. Se incluye la información de demanda disponible y proyectos potenciales de captación de carga ferroviaria.

En el capítulo 9 se realiza un análisis similar al anterior, pero referido exclusivamente a la red EFE. En él se caracteriza y analiza la demanda actual referida a los dos porteadores de carga que operan actualmente en dicha red: Fepasa y Transap.

En el capítulo 10 se analiza los costos logísticos de transporte de cinco flujos ferroviarios principales en comparación con el transporte vial: minerales de hierro, cobre metálico, concentrado de cobre, ácido sulfúrico y celulosa, efectuándose además un análisis de los costos externos que actualmente son insuficientemente considerados en las evaluaciones económicas.

En el capítulo 11 se analiza el Corredor Bioceánico Aconcagua, cuyo anteproyecto, presentado por empresas chilenas y argentinas, postula un crecimiento explosivo del transporte ferroviario por el paso Mendoza – Los Andes como resultado de la construcción de un túnel de baja altura. Si bien al momento del análisis el estudio estaba incompleto, las primeras conclusiones son que la demanda parece estar sobreestimada y el proyecto técnico presenta algunas insuficiencias que sería necesario analizar en mayor profundidad.

En el capítulo 12 se realiza un análisis global y un diagnóstico del transporte ferroviario de carga separado según los conceptos ya mencionados de interoperatividad, intermodalidad y accesibilidad. En relación con la interoperatividad, se analiza por separado la zona norte de trocha métrica y la zona sur de trocha ancha, concluyendo que en la primera hay acuerdos comerciales que permiten un adecuado intercambio, mientras que en la zona sur se presentan limitaciones especialmente en los sectores con tráfico suburbano de pasajeros. Respecto de la intermodalidad, se analiza los diversos factores que afectan al transporte intermodal en los accesos a los puertos y en el movimiento de contenedores en la zona sur. Finalmente, en relación con la accesibilidad, se analiza especialmente los problemas de la zona sur y los diversos proyectos de accesibilidad a los centros productivos planteados ya sea por EFE o por los porteadores de carga. La conclusión es que los problemas que afectan al movimiento de carga tienen su origen principalmente en la falta de una adecuada política de transportes.

En el capítulo 13 siguiente se efectúa una proposición de políticas en relación con los conceptos mencionados, reflejada en una serie de líneas de acción ordenadas según interoperatividad (5 líneas de acción), intermodalidad (3 líneas de acción) y accesibilidad (4 líneas de acción), agregando los conceptos de seguridad (3 líneas de acción) y medio ambiente (una línea de acción). Estas líneas de acción son coherentes con las propuestas en el estudio de Políticas de Transporte Interurbano realizado por Sectra con el mismo equipo consultor del presente estudio. Concluye este capítulo con una discusión sobre la aplicación del método del Marco Lógico a los problemas señalados.

En el capítulo 14 se sistematiza las líneas de acción propuestas en el capítulo anterior, en una serie de fichas que resume su contenido.

En el capítulo 15 se reporta el taller realizado, los asistentes a él y una breve reseña de los temas tratados.

Finalmente, en el capítulo 16 se presenta la bibliografía más importante consultada para el estudio.

## 2. Contexto

En este punto se presenta algunos antecedentes generales que sirven para situar el sistema ferroviario de carga nacional y las opciones que preliminarmente se identifican para el logro de los objetivos generales y específicos del estudio. La metodología que se ofrece para realizar el estudio toma en cuenta de manera directa estos antecedentes y orienta la búsqueda de oportunidades para el aumento de la carga ferroviaria en el transporte, siempre en un contexto de eficiencia económica tanto privada como desde una perspectiva social. El enfoque metodológico utilizado, se apoya en el análisis de marco lógico, en lo que concierne a la integración entre la identificación del problema, la identificación de objetivos y la identificación de las componentes y actividades necesarias para responder a los objetivos y estructurar las soluciones.

### 2.1 Ventajas intrínsecas del ferrocarril

El ferrocarril como modo de transporte presenta en general ventajas sobre el transporte carretero en determinadas condiciones. Estas ventajas pueden resumirse en los siguientes aspectos básicos:

- a) Menores consumos energéticos y por lo tanto, menores emisiones
- b) Menores costos operacionales (en ciertos rangos de operación)
- c) Mayor capacidad de transporte en relación a la inversión
- d) Mayores posibilidades de automatización
- e) Menor utilización de recursos por unidad transportada
- f) Mayor seguridad (safety, security)

A estas ventajas, en el caso de los ferrocarriles chilenos debe agregarse que la red ferroviaria está subutilizada (excepto en algunos corredores de transporte suburbano) y por lo tanto cuenta con capacidad disponible, lo que sucede en menor grado en la red vial, donde se produce congestión en los accesos a las ciudades y a los puertos.

En opinión del Consultor, la red ferroviaria nacional está subutilizada, salvo corredores suburbanos que presentan congestión en algunos horarios. Sin perjuicio de que en el norte haya algunos tramos con una utilización superior a otros, el resultado global es que hay una clara subutilización de los recursos. Esta es precisamente la razón en la que se sustenta la intención de aumentar el transporte ferroviario, ya que si para hacerlo fuera necesario expandir la capacidad de la red, las posibilidades de aumento del transporte de carga por ferrocarril se verían fuertemente disminuidas.

Entre los ferrocarriles de la zona norte, Ferronor tiene un solo tramo de mayor tráfico, entre el Km 765 y Maitencillo, que corresponde al tráfico de la mina Los Colorados. Por este tramo circulan 10 trenes diarios en cada sentido, lo que es

menos de un tren por hora. Si se tiene en cuenta que la capacidad de una simple vía es de 3 a 4 trenes por hora y sentido, aún este tramo está subutilizado. El 85% de la red de Ferronor está abandonada, subutilización que no tiene sentido justificar. Los restantes tráficos de Ferronor son de muy bajo volumen.

En la misma zona, FCAB tiene probablemente una mejor utilización media de su red, pero con todo, su utilización está muy lejos de su capacidad máxima. Extensos sectores de la red de FCAB tienen un tráfico que no sobrepasa 4 trenes diarios. En confirmación de lo anterior puede señalarse que FCAB no tiene planteado un aumento significativo de la capacidad de su infraestructura en ningún sector.

Más al sur, el Ferrocarril de Romeral transporta anualmente 2,5 millones de toneladas en 6 trenes diarios, después de haber transportado 4,5 millones en el período de plena explotación de la mina. Esto, unido al aumento de tamaño de los trenes, se traduce en una clara capacidad adicional disponible (subutilización).

El volumen transportado por el Ferrocarril de Tocopilla (SQM) es bajo (1,5 millones de TMA) y a su infraestructura es aplicable todo lo dicho anteriormente.

Finalmente, en el caso de EFE, el movimiento conjunto de Fepasa y Transap no llega a comprometer la capacidad de la red salvo, como se señaló, en algunos corredores de transporte suburbano (Merval, Metrotren, Biotren).

Todo lo anterior no significa que el transporte ferroviario sea más conveniente privada o socialmente en todos los casos. El rango de eficiencia del transporte ferroviario está determinado principalmente por el volumen transportado -y sólo en cierta medida- por la distancia de transporte. Pequeños volúmenes suelen transportarse más eficientemente en camiones, especialmente si se trata de distancias cortas.

Sin embargo, la frontera entre los rangos de eficiencia de ambos modos es un área difusa y en esta área es que residen posibilidades de expansión del tráfico ferroviario de carga, aparte de otros transportes que caen en el área natural de eficiencia del ferrocarril.

## 2.2 Distorsiones del mercado

El mercado de transporte de carga presenta algunas distorsiones, principalmente en los siguientes aspectos:

- a) Tratamiento de la infraestructura
- b) Consideración de externalidades
- c) Tributación

Las principales distorsiones se presentan en el tratamiento de la infraestructura. El sistema de concesionamiento de carreteras ha disminuido estas distorsiones al hacer que el modo caminero pague una parte importante de sus costos de infraestructura en sectores determinados del país. Sobre esta materia subsisten

controversias, ya que se alega la existencia de subsidios cruzados entre tipos de vehículos en las carreteras concesionadas, además de subsidios cruzados entre sectores geográficos y pago parcial dado que se cobra sólo por la inversión en infraestructura nueva de la concesión.

Sin embargo, en las 4 primeras Regiones de la zona norte (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama), el modo caminero no paga por la infraestructura que utiliza, en detrimento del transporte ferroviario. Al respecto, cabe mencionar que esta situación se encuentra próxima a cambiar debido a la incorporación de diversas iniciativas de concesión de infraestructura vial en esa zona del país, entre las cuales cabe mencionar:

- Alternativas de acceso a Iquique (en proceso de adjudicación)
- Autopistas de la Región de Antofagasta (en construcción, inicio de operación en 2014)
- Rutas del Loa (licitación prevista para 2011)
- Ruta 5 Norte, tramo Vallenar – Caldera (en construcción, inicio de operación en 2012)
- Ruta 5 Norte, tramo La Serena – Vallenar (en proceso de adjudicación)

Un mayor detalle sobre lo anterior se puede encontrar en los anexos de este informe.

Las externalidades no son adecuadamente consideradas en las evaluaciones –o no lo son en absoluto- y éstas en su mayoría favorecen al transporte ferroviario.

Finalmente, debido a la fragmentación de la oferta caminera y el sistema de tributación de las pequeñas empresas, hay un tratamiento tributario desigual que distorsiona algunos segmentos del mercado, aunque también afecta a las grandes empresas de transporte vial.

## 2.3 Evaluación de proyectos de transporte

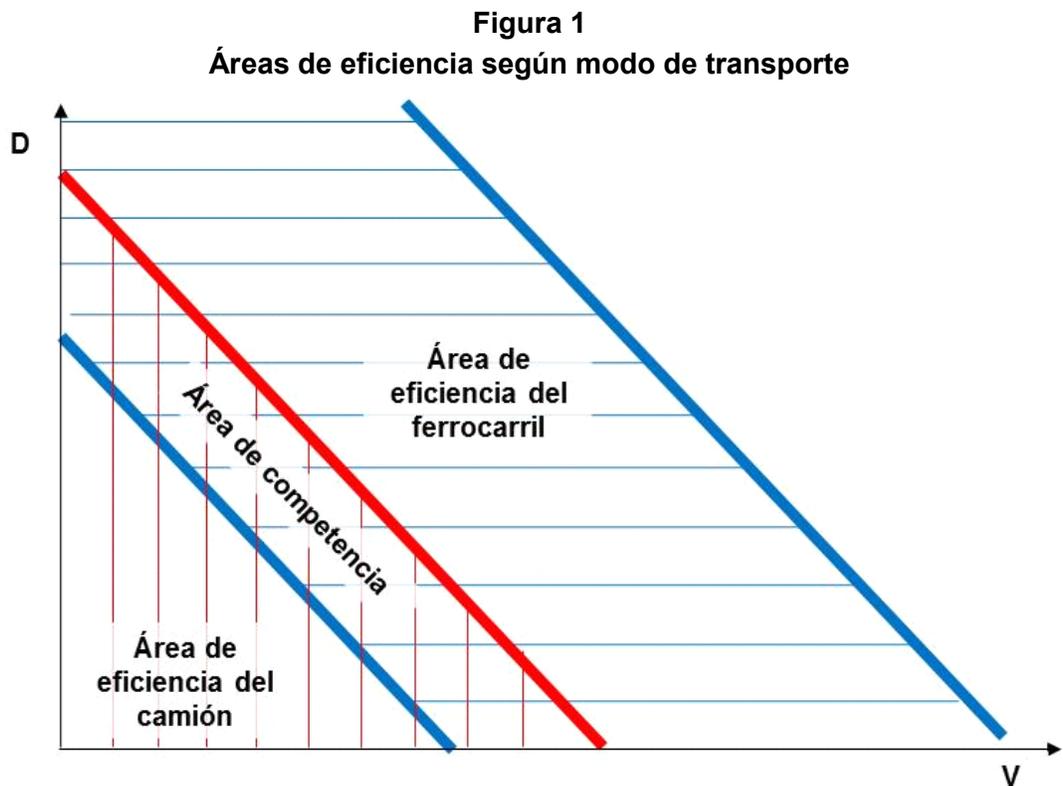
Sólo en forma muy reciente se ha abordado el tema especialísimo de la evaluación de los proyectos de transporte ferroviario. Sectra desarrolló recientemente una metodología para la evaluación económica-social de estos proyectos –metodología también elaborada por el equipo consultor del presente estudio– la cual intenta incorporar todos los factores relevantes, incluyendo las externalidades. Dicha metodología, orientada a las inversiones públicas en materia de transporte ferroviario, requerirá desarrollar algunos estudios adicionales para permitir una adecuada consideración de dichas externalidades, pero al menos se contará con una herramienta para la consideración de las diferentes alternativas de transporte en un plano de equidad.

## 2.4 Visión global del mercado de transporte de carga por ferrocarril

La partición modal actual del mercado de transporte de carga es el resultado de una serie de circunstancias que de alguna forma es posible modificar para mejorar la eficiencia del sistema de transporte terrestre, incluyendo en éste los modos vial y ferroviario.

De partida, debe considerarse que, por lo señalado antes, la totalidad del mercado de transporte de carga no constituye el mercado potencial del ferrocarril. Hay transportes para los cuales el servicio ferroviario simplemente no es adecuado, o que para adecuarlo se debería incurrir en costos que lo hacen no competitivo.

En efecto, los diferentes modos de transporte terrestre tienen áreas de eficiencia que sólo se superponen en un sector limitado, en el que ambos modos compiten. Transportes ubicados en las áreas de eficiencia plena de un modo sólo pueden efectuarse por otro a costos no competitivos. Por ejemplo, el ferrocarril no puede competir con el camión en el transporte de mercancías de bajo volumen y distancias cortas. La figura siguiente esquematiza esta situación (en la práctica, las curvas pueden ser diferentes).



Las ventajas tecnológicas del ferrocarril, que en último término se traducen en menores costos generalizados, radican básicamente en las posibilidades de mecanización y automatización de sus operaciones, entre las que se incluyen las de transferencia en terminales. Esta automatización por lo general es eficiente sólo en el manejo de grandes volúmenes.

La distancia de transporte, que tradicionalmente se ha mencionado como un aspecto en que el ferrocarril tiene ventajas comparativas, no es un factor relevante en Chile, dado que la distancia media de transporte es del orden de 200 km. Los flujos longitudinales son muy escasos y su volumen no alcanza a hacer rentable una operación ferroviaria. Este factor es precisamente el que ha llevado al abandono de la línea central norte de Ferronor, la que ya había sido abandonada por la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, EFE, cuando era de su propiedad.

Por lo anterior, una investigación y análisis del mercado potencial del transporte ferroviario de carga debería concentrarse en aquellos flujos que tienen un volumen significativo, o que podrían convertirse en flujos importantes por agregación.

En este sentido, es importante considerar las experiencias de otros países, más que por sus posibilidades de aplicación directa, por la tecnología desarrollada y para comparar con las condiciones locales de sus mercados (benchmarking).

Es la opinión de estos consultores que ninguna experiencia extranjera es directamente aplicable a Chile, por las condiciones físicas de su territorio y por las condiciones específicas de su mercado de transporte. Sin embargo, la tecnología norteamericana tiene elementos aplicables, especialmente aquellos que se traducen en una mayor eficiencia operacional; la movilización de materias primas; el manejo de contenedores; el control a tiempo real de la posición de los vehículos, y otros aspectos de la tecnología ferroviaria. En oposición, la tecnología europea de transporte de carga no ha alcanzado los niveles tecnológicos de su transporte de pasajeros y los niveles de participación del ferrocarril en el mercado de carga son muy bajos, situación que la Unión Europea busca revertir, razón por lo que su análisis resulta de interés para nuestro país.

En el plano institucional hay también una amplia gama de soluciones que es conveniente conocer y analizar. Desde las grandes empresas estatales monolíticas, de las que apenas queda un par de ejemplos en el mundo, hasta los gigantescos ferrocarriles privados norteamericanos, cada país ha procurado resolver el problema del ferrocarril de manera diferente. Los resultados han sido también variados, pero la privatización de las operaciones ferroviarias en mayor o menor grado, es el factor común a todas las reorganizaciones exitosas.

También en el plano institucional es conveniente definir la política que regirá la participación del Estado, especialmente en lo que se refiere a infraestructura. Hasta la fecha, la intervención estatal en materia ferroviaria se ha limitado a efectuar inversiones en infraestructura y equipos en EFE, que si bien representa la red ferroviaria de servicio público más importante del país, cubre sólo una fracción de él. Los ferrocarriles de la zona norte son, con excepción del Ferrocarril de Arica a La Paz, todos privados y por lo mismo, han quedado al margen de las compensaciones, aportes e inversiones estatales. Cabe preguntarse si una evaluación social de los transportes actuales y potenciales en la zona no revelaría la conveniencia de establecer mecanismos de subsidio o de estímulo a las inversiones en casos determinados y evaluados como de interés social.

## 2.5 El mercado actual de transporte de carga por ferrocarril en Chile

Los ferrocarriles de servicio público son tres:

- El Ferrocarril del Norte, Ferronor.
- El Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia.
- El Ferrocarril del Pacífico, Fepasa, que opera en líneas de EFE

Un caso especial está constituido por Transap, porteador de carga que opera en parte de la red de EFE y que atiende sólo a dos clientes, CMPC y Codelco DET. . Los restantes ferrocarriles no son de servicio público y transportan solamente insumos y productos de sus propietarios, sin perjuicio de externalizar los servicios de transporte ferroviario en algunos casos.<sup>1</sup>

### 2.5.1 Ferronor

Ferronor adquirió las líneas de la ex-Red Norte de EFE, la que había sido vendida a CORFO, con miras a su privatización. Si bien la red se extiende desde La Calera hasta Iquique, Ferronor sólo mantiene en operación dos cortos tramos de la línea central (La Calera - El Melón y Llanos de Soto – Empalme Km 765) y la conexión internacional por Socompa. Un tercer tramo, entre Palestina y Miraje estuvo en operación para el transporte de sales a Coya Sur, transporte que pasó a efectuarse por camiones.

El sistema de Ferronor tiene además dos ramales: de Diego de Almagro (Km 1040) a Chañaral (Barquito), en operación y de Copiapó a Caldera (abandonado); y una conexión internacional de operación intermitente, por un ramal aislado de Augusta Victoria a Socompa, la que accede a la línea central en Palestina a través de vías del FCAB (Palestina a Augusta Victoria).

La principal actividad actual de Ferronor es el transporte de minerales de hierro de la mina Los Colorados de CAP (6,5 millones de TMA). Además, efectúa el transporte de la División Salvador de Codelco, entre Potrerillos y Barquito, cobra peaje a los trenes de Cemento Melón entre El Melón y La Calera, y mueve el tráfico internacional por Socompa en forma intermitente.

Es importante notar que Ferronor explota aproximadamente el 15% de su red, estando el resto abandonado. El volumen de tráfico (excepto los minerales de CAP) ha venido en constante declinación.

Más adelante se hace un análisis de la situación de Ferronor, de las causas probables de su actual situación y de sus perspectivas en el mediano plazo.

---

<sup>1</sup> El Ferrocarril de Algarrobo, de propiedad de Compañía Minera del Pacífico, CMP, no tiene equipos propios y el transporte de las minas El Algarrobo y Los Colorados lo efectúa Ferronor con equipos propios. El Ferrocarril de Potrerillos, de propiedad de Codelco División Salvador está en el mismo caso y sus transportes los efectúa igualmente Ferronor. Los restantes ferrocarriles, de Tocopilla (SQM), de Romeral (CMP) y de Cemento Melón, son operados por sus propietarios y transportan exclusivamente sus insumos y productos.

## 2.5.2 FCAB

FCAB es un ferrocarril muy antiguo (data del siglo 19) que ha sorteado en forma relativamente exitosa la crisis global del modo ferroviario.

Hace unos 20 años la parte más importante de los negocios del FCAB estaba formada por los transportes de División Codelco Norte (Chuquicamata) y el tráfico internacional vía Ollagüe. La aparición de nuevos proyectos en la zona y una acción comercial eficaz han permitido al FCAB aumentar de manera significativa su volumen de transporte. Pese a la disminución del tráfico internacional, el tráfico total del ferrocarril ha pasado de unos 2 millones de TMA a unos 5 millones.

Más adelante en el estudio se hace un análisis de la situación del FCAB, de los principales flujos actuales y de sus perspectivas en el mediano plazo.

Es importante destacar que tanto el FCAB como Ferronor dependen para su desarrollo futuro de los proyectos mineros de la zona norte, ya que el tráfico ferroviario en la zona se reduce exclusivamente a los insumos y productos de la minería. A su vez, el desarrollo de estos proyectos depende de las condiciones del mercado internacional, por lo que es muy difícil proyectar cifras de transporte.

## 2.5.3 Fepasa y Transap

Fepasa es el continuador de EFE en el transporte de carga en la zona centro-sur, correspondiente a la ex-Red Sur de esa empresa.

Los volúmenes de transporte de carga, que estaban estancados bajo la administración de EFE, disminuyeron inicialmente al comenzar la gestión de Fepasa y luego aumentaron, aunque a una tasa menor que la del transporte terrestre, lo que en el fondo significa que el ferrocarril ha seguido perdiendo participación en este mercado, fenómeno iniciado en la década de 1950.

Al transporte de Fepasa debe agregarse el transporte de Transap, que según las cifras del año 2008 ascienden a unos 3 millones de toneladas anuales, compuestos por aproximadamente 1 millón de toneladas de ácido sulfúrico y 2 millones de toneladas de celulosa.

En los últimos 20 años el transporte ferroviario de carga ha crecido a tasas inferiores a las del transporte terrestre, lo que demuestra que el ferrocarril ha seguido perdiendo participación en este sector. Sólo a partir de 2002 se advierte un crecimiento más dinámico, provocado por la puesta en servicio de proyectos puntuales: el transporte de ácido sulfúrico de El Teniente, la basura de Santiago, las nuevas plantas de celulosa de Valdivia y Nueva Aldea y la ampliación de la planta de celulosa de Santa Fe.

En el capítulo 9 se analiza en mayor profundidad la gestión de estas dos empresas.

## 2.6 El mercado potencial de transporte de carga por ferrocarril

En las actuales condiciones, el crecimiento del transporte de carga por ferrocarril está relacionado exclusivamente con el desarrollo de grandes proyectos. Esta afirmación no sólo es producto de la experiencia práctica, sino tiene adicionalmente un respaldo teórico: el ferrocarril sólo es eficiente y competitivo en el transporte de grandes volúmenes y éstos sólo pueden provenir de proyectos de tamaño suficiente.

Al analizar los diversos productos que se transporta por ferrocarril se advierte que los tonelajes de algunos de ellos se han mantenido constantes y aún han disminuido. Es el caso, por ejemplo, del transporte de acero, de azúcar, de trigo y muchos otros que corresponden básicamente al consumo nacional.

Otros productos, en cambio, han experimentado fuertes crecimientos, como es el caso de la celulosa y el cobre, que corresponden a exportaciones.

Las posibilidades de expansión del tráfico ferroviario se basan en el desarrollo de diversos proyectos mineros y forestales. En la minería se aprecian interesantes posibilidades en la zona norte, principalmente en la minería del hierro en la Región de Atacama y en menores tonelajes, en la minería del cobre. Precisamente FCAB ha captado transportes de desarrollos nuevos, como Spence y Gaby, y se ha beneficiado con el aumento de producción de Chuquicamata.

En la zona central hay también algunos proyectos mineros que pueden dar origen a volúmenes de interés para el ferrocarril, como son la expansión de Andina, de Los Bronces y de El Teniente. Asimismo hay proyectos de extraordinario interés en el área forestal, como las plantas de paneles de Arauco y CMPC.

En relación con un posible desplazamiento de carga desde el camino al ferrocarril, la posibilidad más clara para que esto sea posible consiste en la contenedorización de las cargas misceláneas. El movimiento de contenedores por ferrocarril ha tenido un relativo aumento en los últimos años, sólo como resultado del incremento del comercio internacional. Este aumento no ha estado de acuerdo con las expectativas debido a una serie de trabas de orden administrativo que es factible solucionar. En cambio, la carga nacional no se moviliza en contenedores en cantidades significativas, pese a que las cargas misceláneas como un todo presentan volúmenes de cierto interés. El transporte de contenedores es un tema que debe estudiarse en forma más detallada, porque presenta un potencial de interés para el transporte ferroviario.

## 3. Intermodalidad e interoperatividad

### 3.1 Intermodalidad

#### 3.1.1 General

En teoría, la intermodalidad que involucra al transporte ferroviario puede presentarse con todos los restantes modos: terrestre, marítimo o aéreo.

De partida, cabe descartar el modo aéreo, donde el ferrocarril no tiene rol alguno, principalmente debido a los pequeños volúmenes movilizados por esa vía.

#### 3.1.2 Transporte marítimo

En el caso del transporte marítimo, cabe distinguir entre transportes competitivos y complementarios. La posible participación del ferrocarril en transportes domésticos que son normalmente servidos por el cabotaje marítimo, es un ejemplo de los primeros. Las cargas de importación y exportación son ejemplo de los segundos.

Hay escasos ejemplos de transportes ferroviarios competitivos con el cabotaje. En la zona norte se intentó transportar concentrados de cobre entre Chuquicamata y Ventanas, y bolas de molino entre Talcahuano y Huasco, con magros resultados, terminando por abandonarlos. En la zona sur se transportó durante un tiempo contenedores con salmón de exportación entre Puerto Montt y San Antonio, transporte que se discontinuó por diversas razones entre las que figuran la lentitud del servicio ferroviario y el escaso interés del porteador (Fepasa) por los bajos volúmenes movilizados. Dada la configuración geográfica del país, es poco probable que el ferrocarril pueda convertirse en una alternativa efectiva para competir con el cabotaje marítimo.

En el estudio “Análisis económico del transporte de carga nacional”, SST 2009 se incluye un análisis del transporte de cabotaje marítimo que menciona los principales flujos. En algunos de estos tráficos el ferrocarril participa en forma complementaria.

Las cargas de exportación, donde los modos ferroviario y marítimo se complementan, presentan un mercado de importancia. Los flujos de exportación, transversales al territorio, cuando se producen en volúmenes suficientes para hacer viable el transporte ferroviario, ponen de manifiesto las ventajas del modo frente a la alternativa caminera. La mayor parte de los puertos del territorio, tanto públicos como privados, tienen acceso ferroviario y en ellos el ferrocarril tiene un rol real o potencial importante.

Cabe destacar que en los puertos los procedimientos de carga y descarga de barcos han cambiado, particularmente respecto de los productos de gran volumen, que son los que interesan al ferrocarril. El movimiento portuario de grandes volúmenes se basa en instalaciones de almacenamiento y regulación en el puerto mismo, lo que constituye una interfaz entre la llegada o salida de los productos y el carguío o descarga de los barcos, que tienen ritmos y volúmenes diferentes. Salvo

casos puntuales, no se requiere que el acceso ferroviario –y de camiones– sea a costado de barco.

El cuadro siguiente resume la situación de los principales puertos con movimientos importantes de carga en relación con el ferrocarril.

**Cuadro 1**  
**Carga intermodal ferroviaria-marítima (2008)**

<b>Puerto</b>	<b>TMA</b>	<b>Acceso FC</b>	<b>TMA</b>	<b>Observaciones</b>
Arica	1.700.000	FCALP	0	En rehabilitación
Iquique	1.400.000	Ferronor	0	Acceso abandonado
<i>Patillos</i>	<i>5.000.000</i>	-	<i>0</i>	<i>Sin acceso ferroviario</i>
<i>Punta Patache</i>	<i>2.900.000</i>	-	<i>0</i>	<i>Sin acceso ferroviario</i>
<i>Tocopilla</i>	<i>3.500.000</i>	<i>FCT (SQM)</i>	<i>1.500.000</i>	<i>Activo</i>
Mejillones	6.700.000	FCAB	s/i	Activo
Antofagasta	3.500.000	FCAB	s/i	Activo
<i>Coloso</i>	<i>2.600.000</i>	-	<i>0</i>	<i>Terminal ducto Escondida</i>
<i>Chañaral</i>	<i>400.000</i>	<i>Ferronor/FCP</i>	<i>s/i</i>	<i>Activo, División Salvador</i>
Caldera	2.200.000	Ferronor	0	Sin transporte
<i>Huasco</i>	<i>7.400.000</i>	<i>Ferronor/CAP</i>	<i>7.000.000</i>	<i>Activo, Planta de Pellets</i>
Coquimbo	260.000	Ferronor	0	Acceso abandonado
<i>Guayacán</i>	<i>1.900.000</i>	<i>CMP/CAP</i>	<i>1.900.000</i>	<i>Activo, mina Romeral</i>
Ventanas	3.700.000	Fepasa	s/i	Activo
Quintero	14.900.000	-	0	Sin acceso ferroviario
Valparaíso	8.500.000	Fepasa	s/i	Activo
San Antonio	10.600.000	Fepasa/Transap	s/i	Activo
Lirquén	4.200.000	Fepasa/Transap	s/i	Activo
Penco	340.000	Fepasa/Transap	0	Sin transporte
Talcahuano	220.000	-	0	Sin acceso ferroviario
San Vicente	15.200.000	Fepasa/Transap	s/i	Activo
Huachipato	2.500.000	Fepasa	0	Sin transporte
Coronel	5.500.000	Fepasa/Transap	s/i	Activo
Corral	690.000	-	0	Sin acceso ferroviario
Puerto Montt	1.900.000	Fepasa	s/i	Sin acceso ferroviario

Fuente: Boletín Estadístico Edición 2009 (Directemar, 2009)

TMA: Toneladas métricas anuales

Acceso FC: Ferrocarril que accede al puerto

NOTA 1: Puertos en letra itálica son de servicio privado

NOTA 2: Directemar no entrega información separada para los puertos de Mejillones y Angamos

Como se desprende del cuadro anterior, el ferrocarril tiene un rol importante en 12 de los 25 puertos. En otros, ya sea no tiene acceso o no efectúa transporte. En la mayoría de los puertos sin acceso ferroviario, el cabotaje marítimo es importante. En otros, los volúmenes son pequeños y no justifican la habilitación de un acceso. Hay algunos casos especiales en que un acceso ferroviario podría justificarse; esos casos se analizan en la Tarea 3 de este estudio.

No existen trabas legales o reglamentarias para el desarrollo de la intermodalidad ferroviaria-marítima aunque hay demoras de tipo administrativo originadas por la inexistencia de la figura legal “Operador de Transporte Intermodal”, asunto que se menciona en el capítulo Revisión Normativa y Legal. Las trabas para alcanzar una mayor participación del ferrocarril parecen ser de falta de inversiones, falta de una gestión eficaz por parte de los ferrocarriles o características físicas de la red ferroviaria. Estos temas se tratan asimismo en la Tarea 3 de este estudio.

### **3.1.3 Transporte carretero**

#### *3.1.3.1 Condiciones de competencia*

Como se ha señalado, las áreas de eficiencia del ferrocarril y del camino sólo se superponen en un área difusa correspondiente a transportes en que camión y tren pueden ser similarmente eficientes y por lo tanto, pueden competir en condiciones que dependen de las características especiales de cada transporte. En algunos casos, los generadores de transporte de carga mantienen una política mixta, en que una parte se contrata al ferrocarril y otra parte a los camiones, por razones de estrategia comercial y operacional. En otros casos, las ventajas de uno u otro modo predominan y un solo modo efectúa la totalidad del transporte, como por ejemplo la celulosa de exportación, que se moviliza totalmente por ferrocarril, utilizándose camiones sólo en casos de emergencia.

Las distorsiones que aún se producen en el mercado de transporte terrestre y que han sido mencionadas antes, en último término se traducen en tarifas y costos sociales no percibidos por los usuarios. Estas tarifas distorsionadas pueden desplazar las áreas de competencia de uno u otro modo –en la práctica actualmente perjudican el transporte ferroviario– pero los diversos estudios realizados en el último tiempo muestran que los factores que determinan el empleo de uno u otro modo dependen menos de las tarifas de transporte, que de otros elementos de la cadena logística.

Algunos ejemplos ilustran este planteamiento.

En la zona norte, donde la principal actividad es la minería, la infraestructura vial es entregada sin costo a los usuarios del camino y el transporte por camiones está en clara ventaja respecto del ferrocarril en lo que se refiere a costos y tarifas. Sin embargo, el ferrocarril ha mantenido una fuerte posición en la zona de Antofagasta, aumentando significativamente sus volúmenes de transporte, haciendo valer las ventajas comparativas del modo ferroviario. El transporte por camiones se produce solamente en los flujos menores, principalmente en transportes con múltiples orígenes y un destino importante, donde el ferrocarril no puede competir eficientemente.

En la zona centro sur se ha producido un fenómeno inverso. Haciendo abstracción de la insistencia del ferrocarril en las supuestas distorsiones debidas a que los camiones no pagan adecuadamente los costos del camino, es un hecho suficientemente comprobado que los peajes de las carreteras concesionadas han trasladado a sus usuarios la mayor parte o la totalidad de los costos de infraestructura y si alguna distorsión (por este concepto) subsiste, tiene muy poca

influencia. Sin embargo, el ferrocarril ha perdido participación en forma sostenida en el transporte de productos de volúmenes medios, como el acero, el trigo, el azúcar y otros, en los que –en teoría– debería estar en mejores condiciones para competir con el aumento de costos del transporte caminero, motivado no sólo por el pago de la infraestructura sino también por el alza de precio de los combustibles.

En una confirmación global de los conceptos anteriormente planteados, se verifica que la participación del ferrocarril ha aumentado en los grandes volúmenes, sean éstos generados por las actividades de exportación o de transporte interno como en el caso de la basura de Santiago.

En el caso de los volúmenes intermedios, que están situados en el área de competencia con el transporte caminero, para evaluar adecuadamente la situación del mercado ferroviario de carga, el análisis debe hacerse desde el punto de vista de la cadena logística. Estos temas se tratan asimismo en la Tarea 3 del estudio.

### 3.1.3.2 Complementariedad

Cuando el volumen del transporte justifica la utilización del ferrocarril, la complementariedad vial-ferroviaria se produce básicamente en dos escenarios:

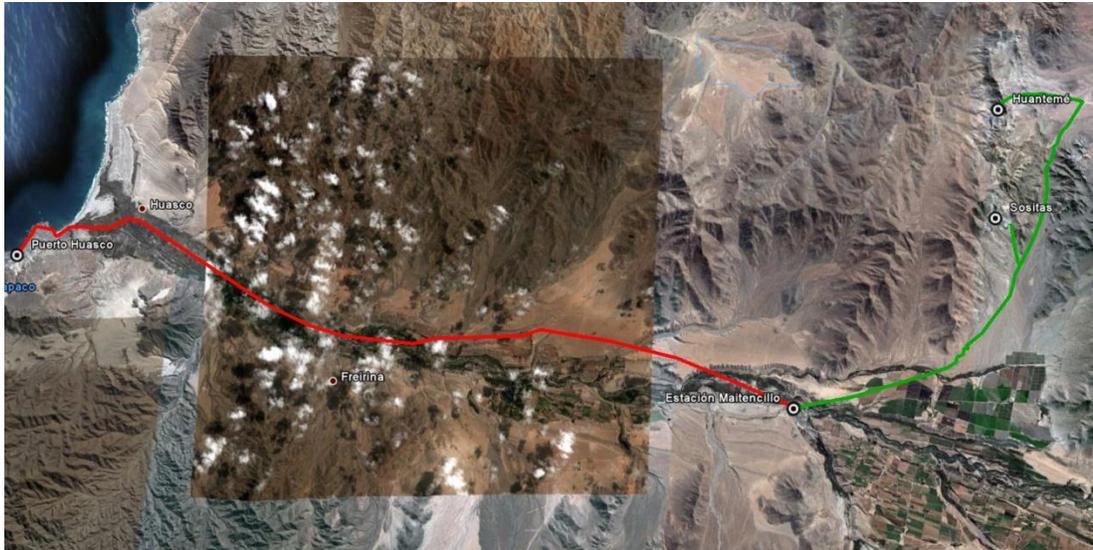
- a) Uno de los terminales no tiene acceso ferroviario y el costo de construirlo excede el costo del transporte combinado.
- b) Las cargas cambian su naturaleza en algún punto del trayecto.

En el primer escenario, las operaciones intermodales corresponden a flujos de volumen compatible con el transporte ferroviario y se producen fundamentalmente cuando no se justifica extender la red ferroviaria hasta el origen o el destino de la carga. Hay diversos ejemplos de intermodalidad camino-ferrocarril:

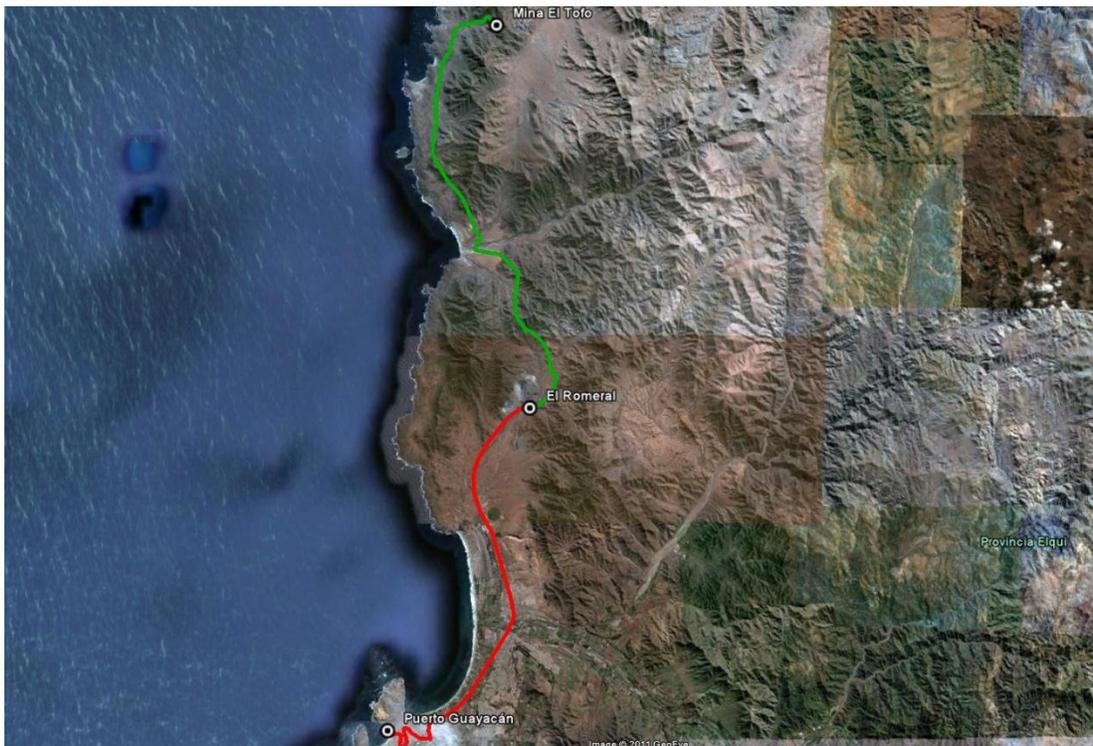
**Figura 2**  
**Cobre desde la mina Gaby al puerto de Mejillones**



**Figura 3**  
**Minerales de hierro de CAP desde diversas minas en la zona de Vallenar a puerto de Huasco**



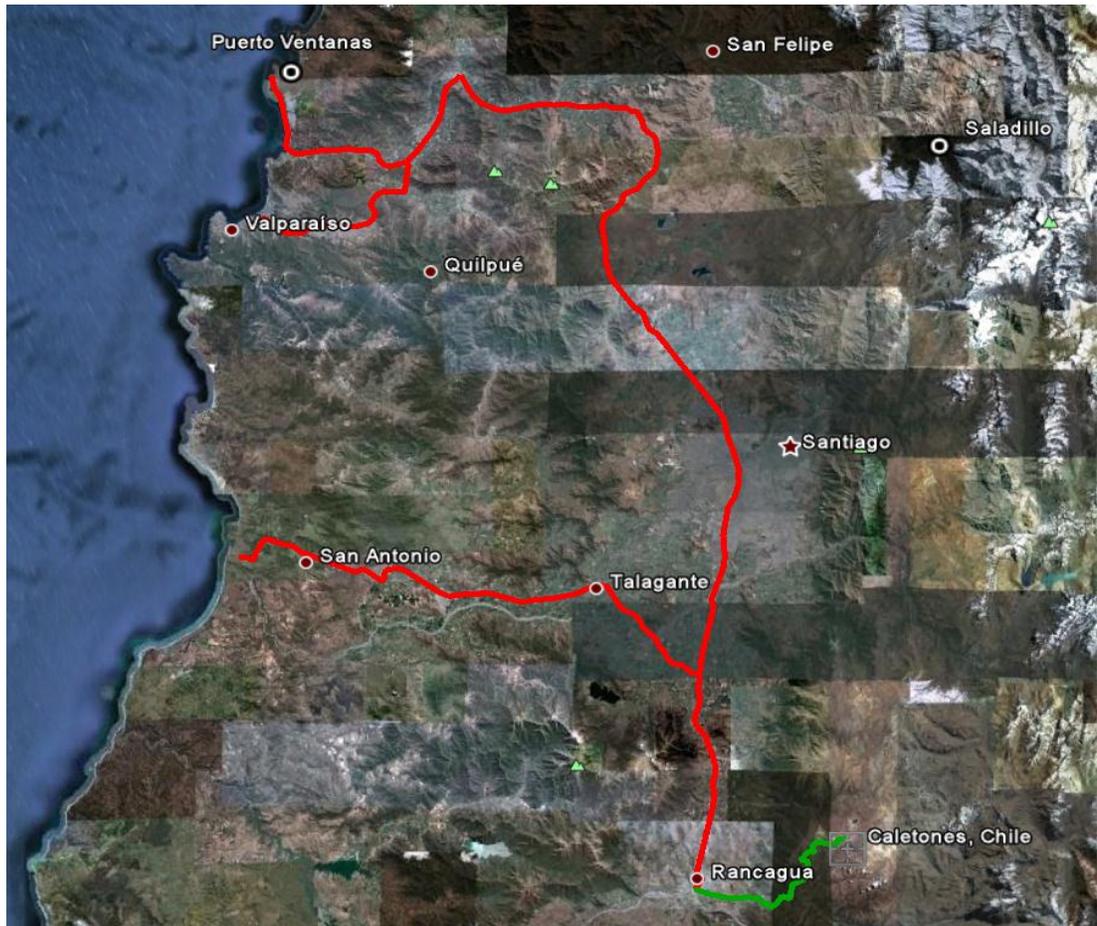
**Figura 4**  
**Minerales de hierro de la mina El Tofo de CAP al puerto de Guayacán**



**Figura 5**  
**Concentrados de cobre de la División Andina desde Saladillo a puerto de Ventanas (ferrocarril-ferrocarril)<sup>2</sup>**



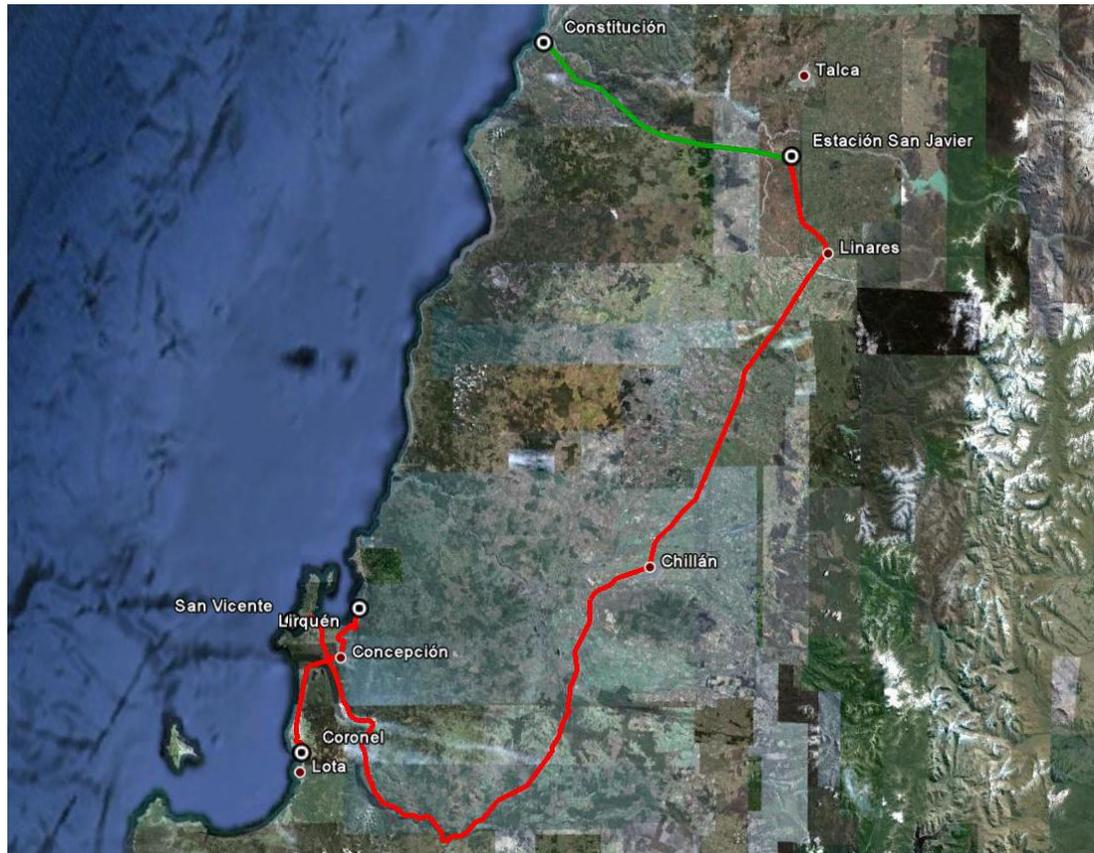
**Figura 6**  
**Cobre y ácido sulfúrico de la División El Teniente desde Caletones a Puertos de la Región de Valparaíso<sup>3</sup>**



<sup>2</sup> Se incluyó en el concepto por tratarse de un transporte en contenedores que utiliza integralmente las características de esta modalidad. En la práctica, cuando hay interrupciones del tráfico ferroviario en cualquiera de los dos tramos, los contenedores son trasbordados desde camión o a camión.

<sup>3</sup> El cobre se transfiere en la estación Rancagua y el ácido sulfúrico, en la estación Los Lirios

**Figura 7**  
**Celulosa de la planta Constitución**



Estos transportes en conjunto suman varios millones de toneladas, pero individualmente parecen no justificar (desde el punto de vista privado) la construcción de extensiones ferroviarias hasta su origen.

En ninguno de estos casos se ha hecho una evaluación que permita conocer los beneficios sociales que produciría efectuar la totalidad del transporte por el ferrocarril. En caso que estas evaluaciones se efectuaran y resultaran positivas, no hay un mecanismo que permita incentivar la ejecución de las inversiones correspondientes.

Debe tenerse en cuenta que, especialmente para el caso de los transportes predominantes en Chile que son de corta distancia, el transporte combinado es siempre una situación no deseable, por los costos –y pérdidas de tiempo, que igualmente se traducen en costos– que involucra el trasbordo de camión a tren o viceversa. La mayoría de las veces, como se constata en la lista precedente, se trata de tonelajes medianos que no justifican desde el punto de vista privado la construcción de un acceso ferroviario. Con todo, estos tonelajes medianos son de gran interés y es posible que algunos de estos accesos se justifiquen desde el punto de vista social.

En algunos casos, como en el acceso a la División El Teniente, una evaluación preliminar indica que esta justificación es posible, ya que el tonelaje movilizado por la división excede los 2 millones de toneladas netas y hay planes de expansión que aumentarán más este tonelaje. En otros casos, como el acceso a la planta Constitución de Arauco, el acceso ferroviario existía y fue clausurado por la Municipalidad para evitar el paso de los trenes por el sector costero de la ciudad.

El segundo escenario corresponde al transporte de mercancías misceláneas. Los países desarrollados y especialmente los Estados Unidos, cuyas economías internas son de grandes dimensiones, han abordado el problema mediante la contenedorización. Las cargas misceláneas y/o de pequeño volumen, se trasladan a centros de consolidación, donde se cargan y transportan en contenedores ya sea por camiones o por ferrocarril. Normalmente estos contenedores se llevan a centros de desconsolidación desde donde se trasladan a su destino final en camiones.

Los centros de consolidación y desconsolidación no se ocupan necesariamente de bultos pequeños y muchas veces la unidad de transporte es el contenedor completo, que se trasborda de camión a ferrocarril o viceversa en patios ferroviarios especialmente diseñados para ello.

Esto ha dado origen en Norteamérica al transporte de semirremolques (piggyback) por ferrocarril, que tiene casi tanta importancia como el transporte de contenedores, produciéndose una relativa especialización: los contenedores están más relacionados con el comercio exterior, mientras que el piggyback se refiere exclusivamente al transporte interno de Norteamérica (USA, Canadá y México).

En Chile prácticamente no hay transporte de contenedores ni de semirremolque (piggyback) correspondientes al mercado interno. Las razones más importantes son el tamaño relativamente pequeño de la economía doméstica y las reducidas distancias de transporte. El transporte de contenedores correspondientes al comercio exterior, en cambio, es importante y la proporción que se transporta por ferrocarril es escasa.

El tema ha sido abordado por EFE en tres estudios recientes:

1. Estudio de Optimización de la Cadena Logística de Contenedores
2. Optimización de la Cadena Logística de Transporte Ferroviario de Carga - Región de Valparaíso
3. Optimización de la Cadena Logística de Transporte Ferroviario de Carga, Región del Bío Bío

El primero de estos estudios se refiere directamente al transporte de contenedores. Los otros dos documentos repiten muchos de los antecedentes del primero, agregando información sobre la carga no contenedorizada y sobre la infraestructura ferroviaria de la región respectiva.

Las conclusiones más importantes de estos estudios, que en opinión de este Consultor no aportan nada que EFE y sus portadores no conocieran previamente, son:

- a) La infraestructura de las principales zonas relacionadas con el transporte de contenedores (V y VIII Regiones) tiene deficiencias que reducen las posibilidades de aumentar la participación del ferrocarril en el transporte de contenedores. Algunas de estas deficiencias son estructurales y sólo pueden remediarse con inversiones de gran magnitud. Otras se refieren al estado de la infraestructura y pueden solucionarse mejorando los estándares de mantenimiento.
- b) La operación de la infraestructura presenta problemas que reducen las posibilidades de participación del ferrocarril. Esto es especialmente evidente en Valparaíso, donde los trenes de carga sólo tienen acceso nocturno al puerto.
- c) Es factible aumentar la participación del ferrocarril en este transporte con medidas de mejoramiento de gestión por parte del porteador (Fepasa).
- d) El estudio propone el establecimiento de zonas de intercambio modal en el hinterland. Este es un tema de gran complejidad que debe ser analizado cuidadosamente para evitar el desarrollo de proyectos de inversión que en la práctica no cumplen con los volúmenes esperados.

Es interesante comentar algunas de las conclusiones del estudio de contenedores.

En relación al transporte de contenedores apilados (double stacking), el estudio señala que “se demostró que esta no era la mejor solución, tanto por los costos de inversión que representaba la adecuación de la infraestructura ferroviaria, como porque el sistema de double stack implica inversiones significativa en el tipo y longitud de los carros necesarios para el servicio sin que ello implique un incremento proporcional a la cantidad de contenedores transportados por tren”. Esta conclusión, que se considera al menos discutible, se trata más adelante en el desarrollo del estudio.

En relación a las iniciativas para racionalizar el flujo de contenedores, se cita un estudio en los puertos de Los Ángeles y Long Beach que, vistas las soluciones propuestas por el Estado de California, “deja de manifiesto lo discutible de emprender acciones gubernamentales para intervenir la industria y modificar la actual estructura de mercado”.

Si bien las condiciones en los Estados Unidos y en Chile son muy diferentes, la conclusión, como expresión de política, es interesante y debe ser tomada en cuenta.

### 3.2 Interoperatividad

En lo que se refiere a la interoperatividad, las conexiones entre ferrocarriles se producen en diversos puntos de la red ferroviaria nacional.

De partida, la red de EFE no presenta problemas de interoperatividad, por constituir un sistema integrado donde los porteadores pueden utilizar la totalidad de la red si es conveniente. Los únicos puntos de conexión con líneas de otra trocha dentro de la red de EFE están en Los Andes –donde se efectúa lo que puede asimilarse a un transporte intermodal, ya que los contenedores con concentrado se trasbordan de un carro a otro– y en Talca, donde las instalaciones están abandonadas desde que se terminó el transporte de carga en el ramal de Constitución.

Los equipos rodantes que circulan por la red de EFE son homogéneos, ya que deben cumplir con las normas técnicas de dicha empresa. Estas normas técnicas están basadas en las normas americanas AAR y se refieren a sistemas de rodado, enganches, sistemas de frenos y otros aspectos. Asimismo las dimensiones de los equipos deben ser compatibles con los gálibos de la infraestructura y con la capacidad portante de puentes y secciones de riel.

El empalme en La Calera con la red de Ferronor, que antiguamente dio origen a flujos limitados con la ex-Red Norte, está hoy abandonado y no se divisan transportes que pudieran ser de interés en este punto. Si se desarrollara un proyecto industrial o minero en esta zona, debería estudiarse el diseño de una operación ya sea intermodal o, si el volumen lo justificara, de habilitación de vías en una trocha homogénea.

En lo que se refiere a Ferronor, este ferrocarril se empalma con diversos otros en la misma trocha o en trochas diferentes.

- En La Calera y El Melón, la línea de Ferronor empalma con las vías de Cemento Melón, que opera trenes propios para transporte de caliza entre la mina El Navío y La Calera, pagando peaje a Ferronor por el uso de sus vías.
- Entre Coquimbo y La Serena su trazado pasa por líneas de CAP Romeral. La sección del trazado entre El Melón y Coquimbo está abandonada, pero los trenes de Ferronor podrían pasar por las líneas de CAP sin mayores dificultades, de acuerdo con los convenios vigentes.
- En Maitencillo, la vía del ramal de Llanos de Soto a Maitencillo empalma con la vía de CAP (CMP) que viene de Algarrobo y va a Planta de Pellets de Huasco. En la práctica los trenes de Ferronor que transportan los minerales de la mina Los Colorados pasan por las vías de CAP normalmente de acuerdo con el contrato vigente. De igual manera, estos trenes utilizan el ramal que va desde el Empalme Km 765 hasta la mina Los Colorados. Sin embargo, para estas vías no hay convenio de pasada, ya que se trata de vías particulares de un ferrocarril que no efectúa servicio público. En caso que surgiera algún transporte diferente a los de CAP, deberá negociarse la pasada de los nuevos trenes.

- En Diego de Almagro la línea central de Ferronor empalma con la vía del ferrocarril de Potrerillos. Antiguamente los trenes de la División Salvador circulaban entre Diego de Almagro y Chañaral pagando peaje a Ferronor. Hoy día, Ferronor efectúa los transportes de la División y circula con sus trenes por las vías propias y las de Codelco de acuerdo con el contrato vigente.
- En Palestina la vía de Ferronor cruza con la línea de FCAB que va de O'Higgins a Augusta Victoria. Originalmente se trataba solamente de un atraveso y no se permitía la conexión en forma regular, pese a que había una curva de empalme. De esta manera, los carros provenientes de la conexión internacional de Socompa con destinos diferentes a Antofagasta (Iquique, por ejemplo) debían bajar desde Augusta Victoria hasta O'Higgins y luego subir por líneas del FCAB hasta Baquedano, remolcados por locomotoras del FCAB, con un recorrido adicional de más de 100 km. Posteriormente se han celebrado convenios de intercambio por el cual los trenes de FCAB llegan a Escondida y mina Zaldívar por vías de Ferronor, y los trenes de Ferronor pueden cruzar el tramo entre Augusta Victoria y Palestina para seguir al norte, pero estos convenios son relativamente recientes.
- En Baquedano la vía del FCAB que va a Chuquicamata y Ollagüe cruza la vía de Ferronor. Esta estación es el punto oficial de intercambio entre ambos ferrocarriles.
- Más al norte, en Miraje hay un punto de conexión con el ferrocarril de Tocopilla, de diferente trocha (1067 mm). En este punto alguna vez se produjo un intercambio limitado, pero las dificultades del trasbordo o del bitrochaje de los carros, así como el escaso interés de SQM, cuyo ferrocarril no es de uso público, terminaron por impedir el establecimiento de flujos permanentes.
- En general, los puntos de empalme entre los ferrocarriles son operativos en la medida en que coincidan los intereses de ambas partes. Como se trata de ferrocarriles privados, que normalmente son dueños de la faja de la vía férrea y que no corresponden a concesiones entregadas por el Estado, aparentemente no pueden ser obligados a permitir la entrada de trenes de otros ferrocarriles. Una eventual reforma de la Ley General de Ferrocarriles debería considerar esta circunstancia.
- Cabe destacar que la tecnología de los equipos rodantes de Ferronor y de los ferrocarriles con que se conecta en los diferentes puntos de su extensa red, es la misma y está basada en las normas AAR. Esta homogeneidad proviene de la época en que EFE era dueña de la red y sus normas fueron adoptadas por los diversos ferrocarriles por razones de simplicidad, aunque no tuvieran intercambio. Sin perjuicio de lo anterior, en algunos sectores Ferronor ha introducido secciones de riel S49, de norma europea, que ha introducido una heterogeneidad técnica que no se considera conveniente.

Con todo, en un diagnóstico preliminar, se considera que en la red ferroviaria chilena no hay problemas de importancia relacionados con la interoperatividad, que puedan limitar el crecimiento del transporte ferroviario. En cambio, es posible encontrar problemas puntuales que dificultan la operación o que aumentan los costos, lo que será tratado en el curso del estudio.

### 3.3 Accesibilidad

Uno de los problemas de importancia que afecta al transporte ferroviario de carga es el de la accesibilidad o conectividad entre la línea férrea existente y el origen o el destino de la carga. Dadas las cortas distancias del transporte en el país, los costos y tiempos de trasbordo afectan de manera importante la intermodalidad e impiden o encarecen la ejecución de transportes que podrían efectuarse por este medio.

Como se ha señalado antes, la situación óptima se produce cuando la totalidad del transporte se realiza por el ferrocarril, sin trasbordos. Esto permite una serie de economías:

- Instalaciones terminales diseñadas en forma específica
- Modularidad de la carga para el transporte ferroviario
- Menores tiempos de transporte
- Menor interferencia con el medio ambiente
- Mayor seguridad (safety & security)
- Menores costos

Todo lo anterior conduce a que el transporte combinado es siempre un “second best”, donde la solución ideal es la construcción de un acceso directo.

Sin embargo, la infraestructura ferroviaria tiene elevados costos – se menciona una cifra global de USD 1,0 a 1,5 millones por kilómetro – inversión que muchas veces no puede ser amortizada por los volúmenes o en los plazos del proyecto. Sin embargo, en algunos casos se trata de proyectos que tienen rentabilidad social y que justificarían un subsidio por parte del Estado.

En aquellos proyectos con gran rentabilidad privada, los ferrocarriles o los productores han efectuado las inversiones necesarias, pero son contados los casos en que esto ha sucedido. Entre éstos puede citarse la reconstrucción del ramal entre Prat y Pampa del FCAB y el empalme entre la línea central norte y la mina Los Colorados de CAP, así como diversos desvíos de mayor o menor longitud construidos por el FCAB para atender nuevos proyectos, así como los accesos a los puertos en Mejillones. Todas estas inversiones han sido evaluadas y justificadas en forma privada (sin considerar sus beneficios sociales) probablemente debido a la posición dominantes del FCAB en la zona. En la zona sur, en cambio, hay algunos proyectos productivos en actual desarrollo que requieren empalmes ferroviarios de longitud considerable, como la expansión de Los Bronces, la ampliación de la planta de San Javier de CMPC y otros, que enfrentan fuertes dificultades de justificación económica por el monto de las inversiones.

Los portadores de carga enfrentan un problema similar, ya que el plazo de sus contratos de acceso les impide efectuar inversiones de consideración, que deberían ser amortizadas en plazos cortos y sin valor residual.

Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de establecer un sistema de estímulo a las inversiones privadas en infraestructura, de manera de reducir el impacto de los problemas que hoy las limitan. Un estímulo fiscal debería considerar los beneficios sociales derivados de las externalidades positivas del ferrocarril y debería contemplar la posibilidad de resolver el problema derivado de los largos plazos de amortización de las inversiones de infraestructura. El análisis de estos problemas es parte del presente estudio y se trata en mayor profundidad más adelante.

## 4. Experiencias extranjeras

### 4.1 Estados Unidos

#### 4.1.1 Visión general

El sistema ferroviario de los Estados Unidos –y en general de de Norteamérica– es el paradigma mundial del transporte de carga. Los ferrocarriles norteamericanos no sólo transportan cantidades enormes de carga a largas distancias, sino además tienen una participación en el mercado de transporte interno que supera el 40%.

Los ferrocarriles norteamericanos de carga son totalmente privados, tanto en su infraestructura como en su material rodante. En los Estados Unidos existen aproximadamente 560 empresas ferroviarias, siendo las más grandes las llamadas Clase I (7 empresas):

- BNSF
- CSX Transportation
- Grand Trunk Corporation
- Kansas City Southern
- Norfolk Southern
- Soo Line Corporation
- Union Pacific

Estos ferrocarriles en conjunto presentan las cifras relevantes que aparecen en el cuadro siguiente.

**Cuadro 2**  
**Ferrocarriles Clase I de los Estados Unidos**

Concepto <sup>1</sup>	2009	2008	2007
Extensión de la red [km]	150.477	150.734	150.580
Carros de carga en servicio [Nº] <sup>2</sup>	416.180	450.297	460.172
Locomotoras en servicio [Nº]	24.047	24.003	24.143
Empleados [Nº]	151.906	164.439	167.216
Toneladas despachadas [millones]	1.501	1.741	1.746
Toneladas-km [billones]	2.206	2.559	2.550
Ingresos de tráfico [MUSD]	46.100	59.400	52.900
Tarifa por tonelada-km [US¢]	2,090	2,321	2,075
Distancia media [km]	1.470	1.471	1.460
Ingresos totales [MUSD]	47.800	61.200	54.600
Gastos totales [MUSD]	37.200	47.300	42.700
Utilidades netas [MUSD]	6.400	8.100	6.800

Fuente: AAR

NOTA 1: Todas las cifras en unidades métricas (km, toneladas)

1 billón = 1.000.000.000; 1 trillón = 1.000.000.000.000

NOTA 2: No incluye carros particulares. El parque total 2009 es 1.363.433 carros.

La carga transportada por estos ferrocarriles en 2009 se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro 3**  
**Productos transportados por ferrocarriles Clase I (2009)**

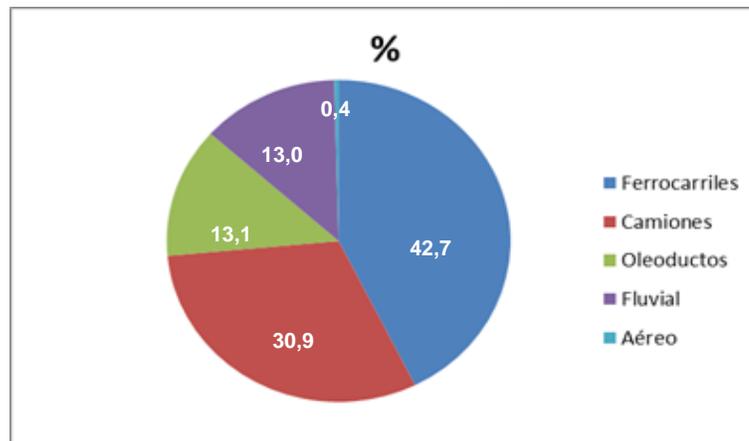
Producto	Toneladas	%
Carbón	786.607.000	47,2
Productos químicos	162.691.000	9,8
Productos agrícolas	137.163.000	8,2
Minerales no metálicos	105.397.000	6,3
Tráfico intermodal <sup>1</sup>	102.707.000	6,2
Productos alimenticios	100.695.000	6,0
Minerales metálicos	43.842.000	2,6
Petróleo	38.139.000	2,3
Chatarra	36.866.000	2,2
Piedra, arcilla y vidrios	35.483.000	2,1
Productos metálicos	30.418.000	1,8
Celulosa y papeles	28.453.000	1,7
Maderas	21.736.000	1,3
Vehículos	16.754.000	1,0
Resto	21.304.000	1,3
<b>Total</b>	<b>1.668.255.000.000</b>	<b>100,0</b>

Fuente: AAR

NOTA 1: Representa aproximadamente 2/3 del tráfico intermodal total. El resto se incluye en los productos específicos

Los ferrocarriles Clase I representan el 86% de las toneladas totales despachadas y el 94% de las toneladas-km totales transportadas por el sistema ferroviario (2007). La participación modal del ferrocarril es de 43%, en un conjunto que incluye el transporte fluvial y los oleoductos.

**Figura 8**  
**Partición modal de la carga, USA**



Fuente: AAR

#### 4.1.2 Organización institucional

Los ferrocarriles de carga norteamericanos son privados en su totalidad. Son dueños de la infraestructura y sólo parcialmente del material rodante, ya que existe una cantidad importante de carros de propiedad de clientes y de empresas de leasing. Los ferrocarriles Clase I son dueños del 30,5% de los carros, los restantes ferrocarriles del 7,9% y los clientes y empresas de leasing, el restante 61,6%.

El sistema ferroviario de los Estados Unidos sobrevivió la crisis mundial del ferrocarril gracias a su gran tamaño. Hacia mediados de los años '70, sin embargo, muchas de las empresas habían quebrado y se sucedieron numerosas fusiones. En 1971 se creó Amtrak a partir de los principales ferrocarriles de pasajeros, sociedad anónima cuyas acciones preferentes son propiedad del Estado.

En 1976 y posteriormente en 1980 se dictaron leyes (4R y Staggers acts) que liberalizaron por completo el mercado ferroviario y que marcaron la recuperación del sector actualmente formado por 7 empresas principales y aproximadamente 550 empresas menores cuyo papel es mayormente complementario de las anteriores.<sup>4</sup>

La intervención del Estado en el transporte ferroviario se limita a los aspectos de seguridad (safety & security), a través de la Federal Railroad Administration (FRA) y a velar por aspectos de libre competencia, a través de la Surface Transportation Board (STB), ambos organismos dependientes del Ministerio de Transportes (DOT).

Los ferrocarriles Clase I forman la Asociación Americana de Ferrocarriles (AAR), entidad que agrupa además a Amtrak, a ferrocarriles canadienses y mexicanos y a algunos ferrocarriles de tamaño intermedio y pequeño de los Estados Unidos.

Los ferrocarriles de tamaño intermedio y pequeño se agrupan en la Asociación Americana de Ferrocarriles Regionales (ASLRRA), aunque numerosas empresas son miembros de ambas asociaciones.

En el último tiempo y siempre dentro de sus funciones relacionadas con la seguridad, la FRA ha dispuesto que los ferrocarriles Clase I deberán adoptar la tecnología PTC (Positive Train Control) de control de tráfico en un plazo que vence en 2015. Las especificaciones del sistema PTC son sólo funcionales y los ferrocarriles podrán elegir el sistema específico y el proveedor que deseen, siempre que cumpla con los requisitos funcionales establecidos.

---

<sup>4</sup> La mayor parte de estas pequeñas y medianas empresas operan líneas cortas que dan servicio a industrias locales, alimentando las líneas troncales de los grandes ferrocarriles. Su viabilidad descansa básicamente en sus organizaciones reducidas y bajos costos de explotación.

### 4.1.3 Interoperatividad

#### 4.1.3.1 Interoperatividad de la infraestructura

La totalidad de la red norteamericana es de trocha estándar (56 ½”) y se encuentra completamente normalizada. La normalización de la red no es el resultado de una imposición de la autoridad, sino el resultado de una evolución causada por la necesidad de permitir el intercambio entre ferrocarriles.

La entidad encargada de la normativa de la infraestructura ferroviaria es la Asociación Americana de Ingeniería Ferroviaria y Mantenimiento de Vía (AREMA). AREMA edita un Manual de Ingeniería Ferroviaria que contiene recomendaciones de diseño y mantenimiento de la infraestructura; el que ha normalizado los perfiles y composición de los rieles, los desviadores y accesorios de la vía, y los procedimientos constructivos. El manual AREMA tiene una sección dedicada a la señalización, aunque esta sección está actualmente en revisión debido al mandato de la FRA sobre la instalación de PTC.

La interoperatividad se manifiesta de dos maneras:

- a) Intercambio de vagones: un despacho de carga puede recorrer las vías de más de un ferrocarril. Los ferrocarriles tienen convenios de intercambio que regulan el tránsito de vagones ajenos en sus trenes. En esta modalidad no hay intercambio de locomotoras y cada ferrocarril remolca los carros en sus líneas con locomotoras y personal propios.
- b) Derechos de vía (trackage rights) en algunos casos los convenios permiten el paso de trenes ajenos por sus vías, en determinadas condiciones. Esto sucede frecuentemente con los ferrocarriles regionales (short line and regional railroads), que atienden establecimientos productivos que están en su territorio, llevando trenes completos a los patios de clasificación y armado de trenes de la empresa de mayor tamaño (lo que, entre otros aspectos, significa trenes de mayor tamaño integrados con carros de diversos orígenes).

#### 4.1.3.2 Interoperatividad del material rodante

La normalización del material rodante es provista por la AAR. Esta asociación ha conducido el proceso de normalización de locomotoras y vagones para lograr la máxima integración. La normalización de los vagones incluye aspectos tales como:

- Perfil de ruedas
- Dimensiones y composición de paradas de ruedas
- Rodamientos
- Enganches
- Sistemas de frenos

La AAR emite una serie de recomendaciones de diseño del material rodante, las que son seguidas por todos los ferrocarriles, ya que de otra manera no podrán ser admitidos para intercambio.

#### 4.1.3.3 Interoperatividad comercial

Los convenios incluyen el intercambio de vagones, los derechos de vía, los cobros por remolque y aspectos financieros tales como la facturación, cobranza, información a clientes, revisión de equipos, etc. Por tratarse de una red muy extensa y ramificada, hay competencia entre las diferentes rutas y prácticamente no se registra casos de abuso por situaciones monopólicas. Cuando hay controversias, se acude a la STB, entidad que también autoriza las fusiones entre empresas y otras materias relacionadas con la libre competencia en materias de transporte de superficie.

#### 4.1.4 Intermodalidad

##### 4.1.4.1 General

Aproximadamente el 10% del transporte ferroviario corresponde a transporte intermodal. Descontando el transporte de carbón, que representa casi la mitad del transporte total (47%), el transporte intermodal es aproximadamente el 20%.

La intermodalidad se manifiesta en dos modalidades principales: transporte de contenedores y transporte de semirremolques (piggyback). El cuadro siguiente muestra el transporte intermodal en el primer semestre de 2010, expresado en cantidad de carros despachados.

**Cuadro 4**  
**Transporte intermodal en Norteamérica (1s 2010)**

Modalidad	USA	Canadá	México
Contenedores	4.609.039	1.142.868	169.554
Semiremolques	825.853	41.687	163
Total carros	5.434.892	1.184.555	169.717

Fuente: AAR

Del cuadro anterior se desprende que la intermodalidad está mucho más avanzada en Estados Unidos que los restantes países de Norteamérica. En materia de contenedores, la proporción entre Estados Unidos y Canadá probablemente refleja el tamaño de las economías, pero en México la contenedorización es incipiente.

El transporte de semirremolques parece ser una modalidad más propia de los Estados Unidos; es escaso en Canadá y casi inexistente en México.

La normalización de los contenedores y por lo tanto de los carros que los transportan es una materia internacional, ya que el mayor movimiento de estas unidades es marítimo.

##### 4.1.4.2 Transporte de contenedores

Hay básicamente dos modalidades de transporte de contenedores: en carros plataforma especialmente adaptados en uno o dos niveles (double stacking). El

transporte en dos niveles surgió como una respuesta a la necesidad de reducir los costos de transporte, mejorando la relación tara/carga y reduciendo a la vez la longitud de los trenes.

Esto impone algunas exigencias en el gálibo vertical, lo que obliga a modificar algunas obras de arte. Como los ferrocarriles norteamericanos no están electrificados (salvo el corredor Boston Washington, donde opera el tren rápido ACELA), no hay limitaciones por la altura de las catenarias.

**Figura 9**  
**Carros articulados para double stacking de contenedores estándar de 48'**



**Figura 10**  
**Carro para double stacking con boguies independientes**



Asimismo, las grúas utilizadas en los patios intermodales tienen implementos estándar (spreaders) para el trasbordo y almacenado de contenedores.

**Figura 11**  
**Grúas para Transbordo y almacenado de contenedores**



**Figura 12**  
**Grúas para Transbordo y almacenado de contenedores**



#### 4.1.4.3 Transporte de semirremolques (piggyback)

El transporte de semirremolques se utiliza solo para transporte interno de larga distancia de productos terminados. Normalmente el circuito logístico comienza en una instalación de consolidación de bultos en semirremolques cerrados, los que se llevan al patio intermodal mediante una unidad tractora. En el patio, el semirremolque es colocado sobre el carro de ferrocarril y afianzado mediante sujeciones especialmente diseñadas. En el otro extremo del viaje el proceso es inverso.

**Figura 13**  
**Transporte de semirremolques (piggyback)**



#### 4.1.4.4 Otras soluciones intermodales

En un intento por reducir los costos y los tiempos de maniobras, se desarrolló el “Roadrailer”, sistema que consiste básicamente en un semirremolque que se puede montar directamente sobre un boguie de ferrocarril, formando un tren con varios semirremolques acoplados.

El sistema dio pocos resultados debido a la alta especialización de los semirremolques, necesaria para permitir su acoplamiento a los boguies ferroviarios. Se utiliza en forma restringida en USA, UK, Australia y Brasil.

**Figura 14**  
**Sistema Roadrailer**



#### **4.1.5 Comentarios**

La estructura y organización del sistema ferroviario de los Estados Unidos y por extensión, de Norteamérica, no son directamente aplicables al sistema chileno.

La principal diferencia está en la escala de las operaciones. Los ferrocarriles de los Estados Unidos transportan anualmente unos 2.000 millones de toneladas de carga a una distancia media de unos 1.500 kilómetros. Los ferrocarriles chilenos transportan unos 22 millones de toneladas con una distancia media inferior a 200 kilómetros. La proporción es 1:90 en toneladas y 1:675 en toneladas-kilómetro.

Sin embargo, lo verdaderamente notable es la elevada participación modal del ferrocarril. Aun descontando el transporte de carbón, que es casi la mitad del transporte de los ferrocarriles Clase I, la importancia del ferrocarril en el sector es superior a la de cualquiera de los países occidentales. Esto se debe en parte a la liberalización del sector, pero principalmente a la posibilidad de desarrollar sistemas de alta eficiencia dada el enorme tamaño de los flujos internos de la región.

Lo anterior no hace sino confirmar el planteamiento efectuado en numerosas oportunidades sobre las áreas de eficiencia del transporte ferroviario. Los ferrocarriles son mucho más eficientes que cualquier otro modo en los grandes volúmenes, de manera prácticamente independiente de la distancia de transporte. Los volúmenes que moviliza la economía chilena están, con la excepción de la minería del hierro, en el límite de la rentabilidad y en la mayoría de los casos no justifican las inversiones de modernización del ferrocarril que mejorarían su eficiencia.

Por estas razones, el modelo norteamericano debe ser tomado como un paradigma tecnológico más que como un modelo por aplicar sin mayor adaptación.

## 4.2 Argentina

### 4.2.1 Visión general

El sistema ferroviario de Argentina está compuesto básicamente por 6 ferrocarriles de servicio público más algunas líneas desconectadas en el sur del país. Estos ferrocarriles tuvieron su origen en inversiones extranjeras –principalmente inglesas y francesas- que fueron nacionalizadas después de la II Guerra Mundial, formando la organización denominada Ferrocarriles Argentinos (FA).

FA mantuvo la red separada en 6 líneas principales:

- Ferrocarril General Urquiza    trocha 1.435 mm
- Ferrocarril General Manuel Belgrano    trocha 1.000 mm
- Ferrocarril General Bartolomé Mitre    trocha 1.676 mm
- Ferrocarril General San Martín    trocha 1.676 mm
- Ferrocarril General Roca    trocha 1.676 mm
- Ferrocarril Domingo Faustino Sarmiento    trocha 1.676 mm

En las figuras siguientes se muestra la cobertura espacial de cada una de las líneas principales.

Figura 15  
Red del Ferrocarril Urquiza

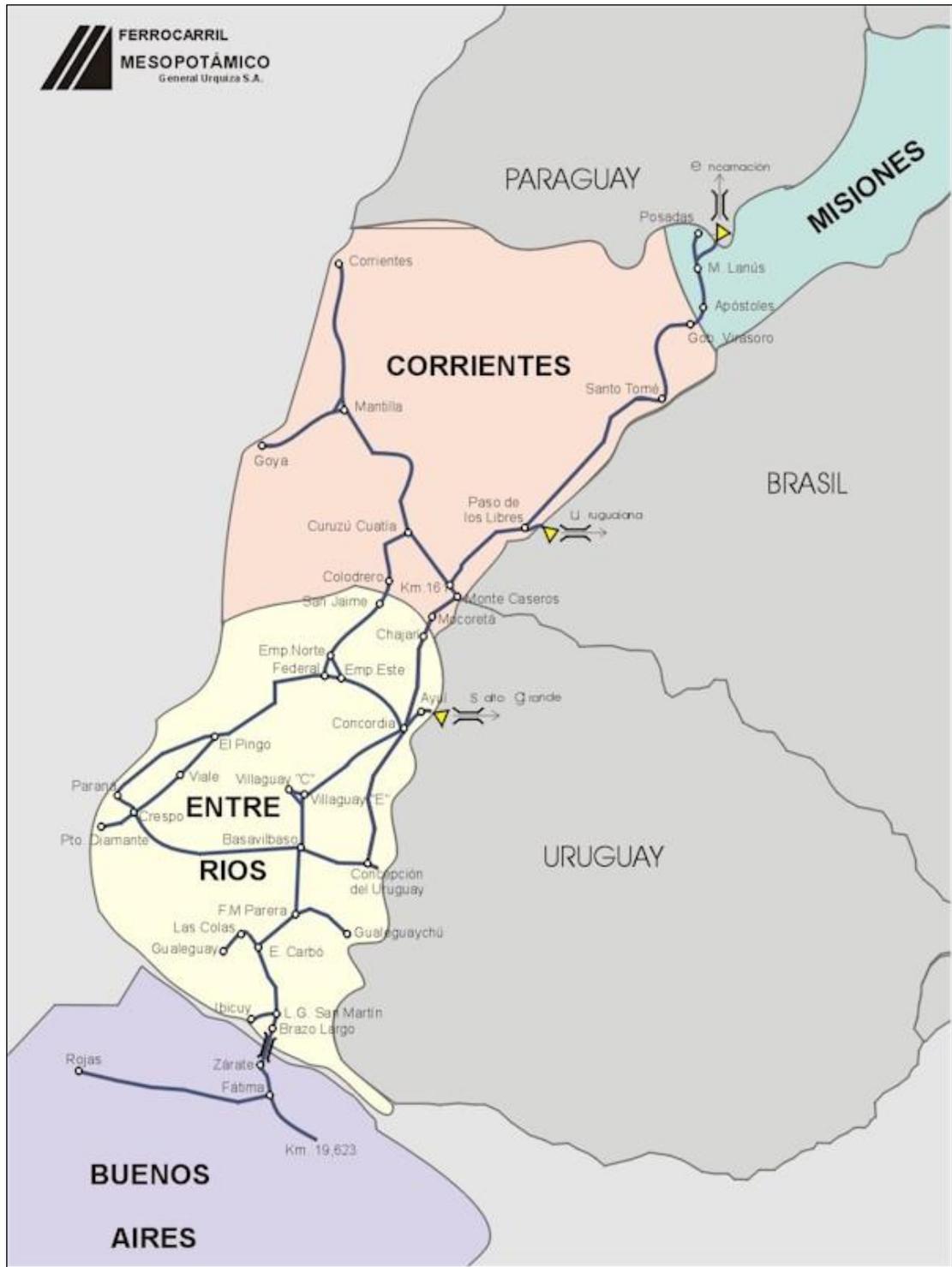


Figura 16  
Red del Ferrocarril Belgrano

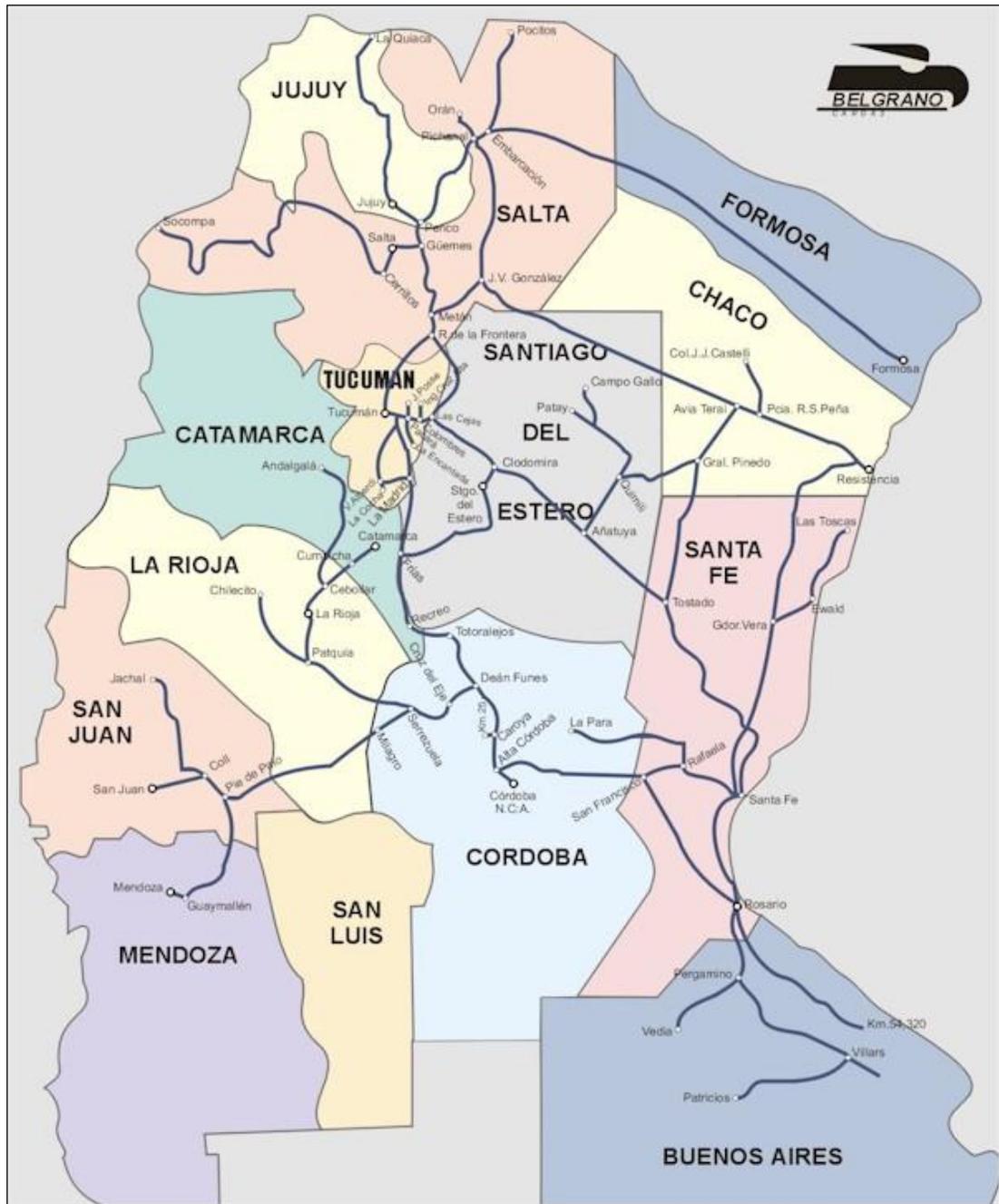


Figura 17  
Red del Ferrocarril Mitre



Figura 18  
Red del Ferrocarril San Martín

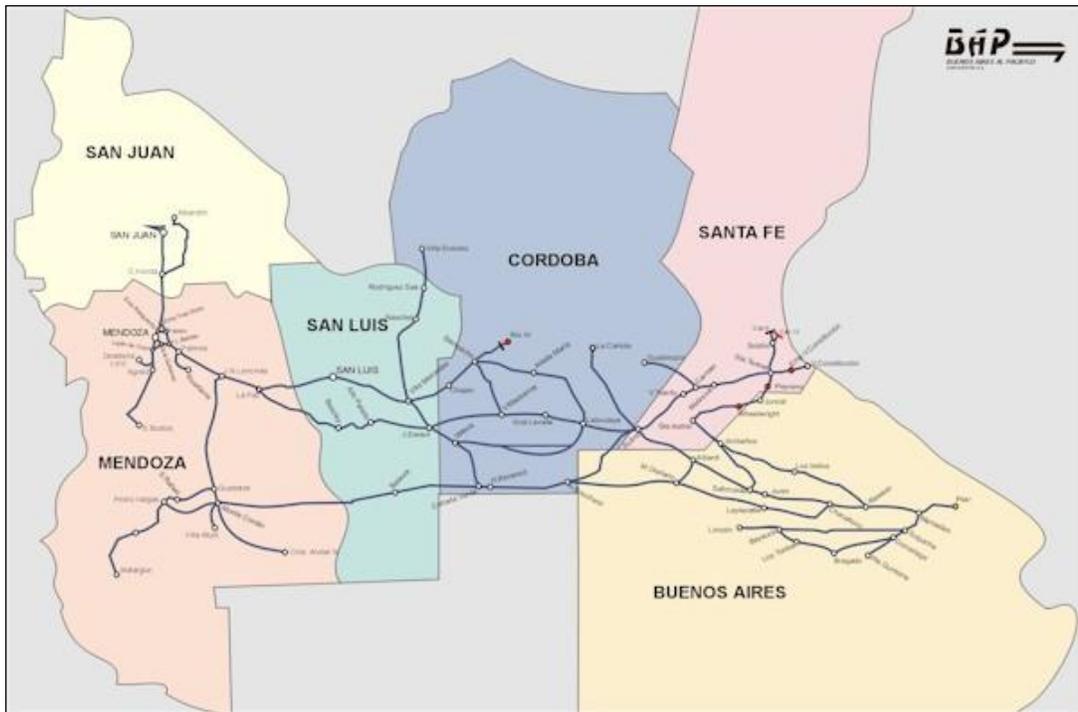


Figura 19  
Red del Ferrocarril Roca

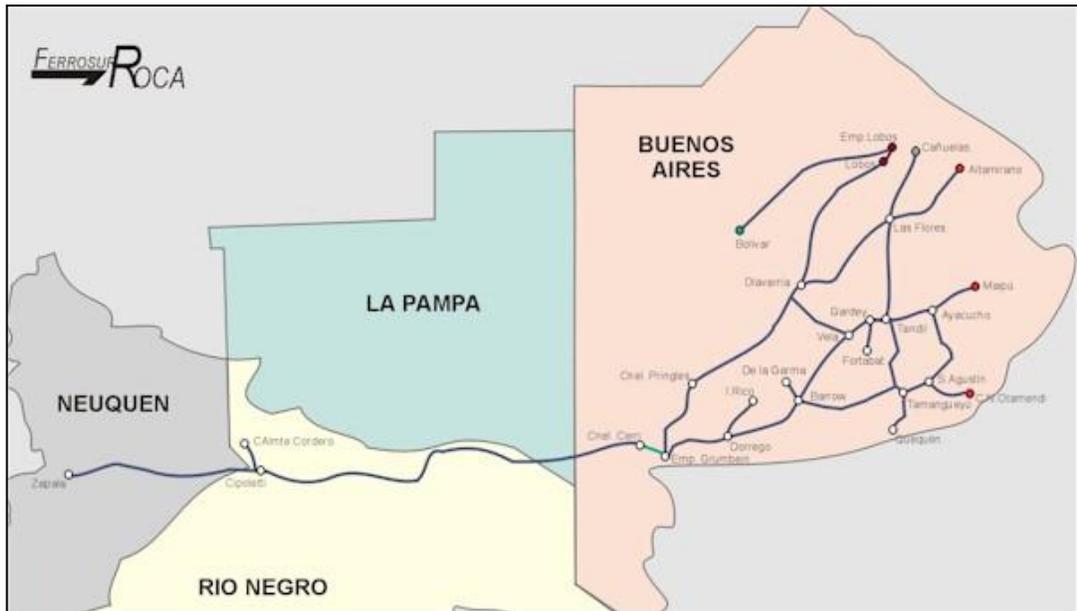
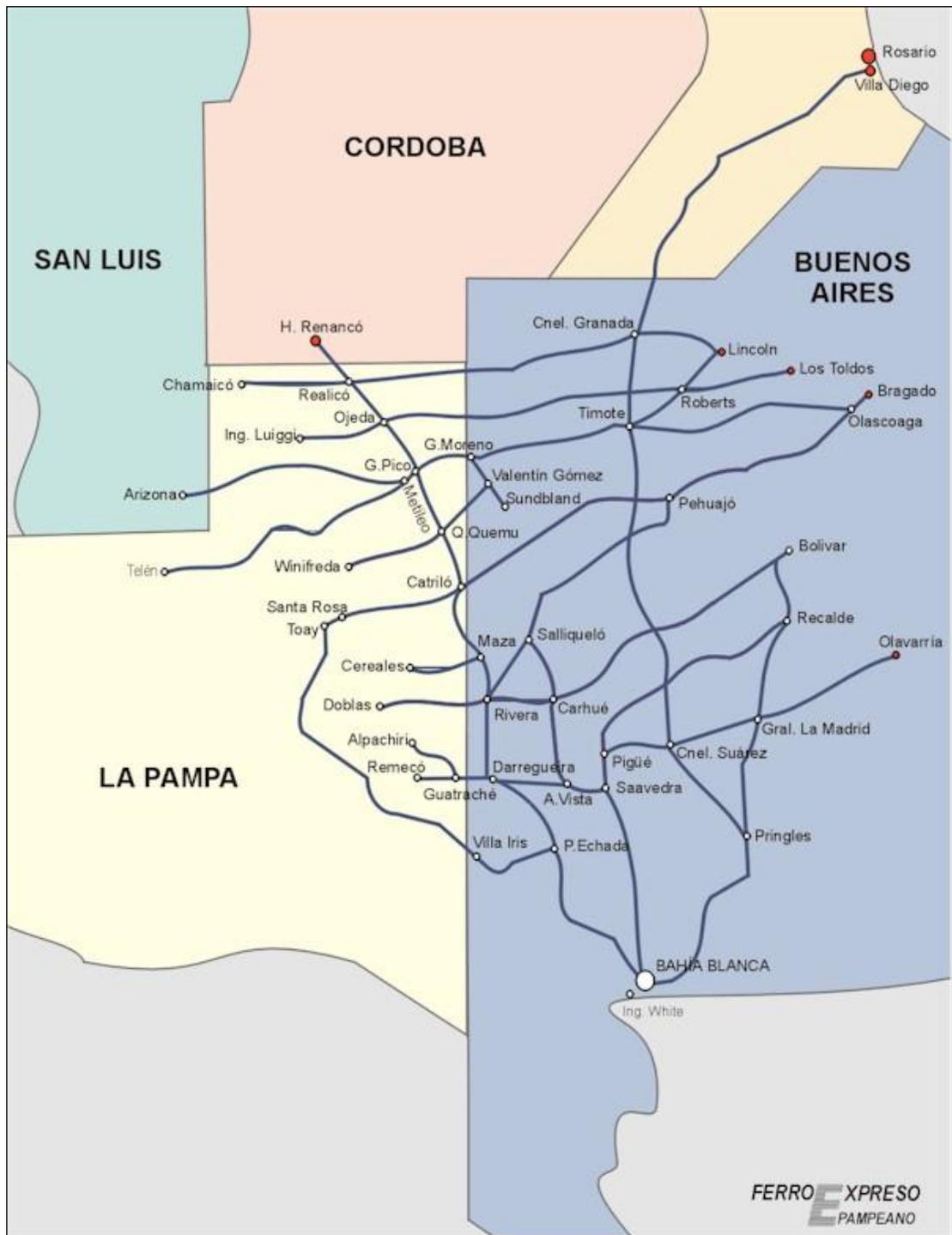


Figura 20  
Red del Ferrocarril Sarmiento



#### 4.2.2 Organización institucional

En 1992 los ferrocarriles fueron organizados como empresas integradas verticalmente (división regional) y privatizados. La infraestructura se mantuvo en propiedad del Estado, pero fue entregada en concesión a las empresas adjudicatarias, junto con el equipo rodante correspondiente. Las líneas de cercanías en la provincia de Buenos Aires formaron Ferrocarriles Metropolitanos S.A., empresa dedicada solamente al transporte de pasajeros. Las líneas de carga son:

- ALL Mesopotámica (ex-Urquiza)
- Nuevo Central Argentino, NCA (ex-Mitre)
- América Latina Logística Central, ALL (ex-San Martín)
- Ferroexpreso Pampeano, FEPSA (ex-Sarmiento)
- Ferrosur Roca (ex-Roca)

El Ferrocarril Belgrano no fue privatizado junto con los restantes ferrocarriles y después de algunos intentos por concesionarlo, fue entregado a los sindicatos ferroviarios (Unión Ferroviaria) para su administración, con subsidios del Estado. La administración de los sindicatos quebró y el Estado debió intervenir el ferrocarril para evitar su paralización. Actualmente el ferrocarril es administrado por cuenta del Estado por una Sociedad Operadora de Emergencia (SOESA).

En 2008 se dictó una ley de reforma del sector ferroviario. Se creó una Administración de Infraestructura Ferroviaria (ADIF) de características similares a las de su homónima española y una Sociedad Operadora Ferroviaria (SOF) para operar los ferrocarriles estatales. Dado que la infraestructura y la operación ferroviaria se encuentran concesionadas, la acción de ADIF se ha centrado en nuevos proyectos de infraestructura, como el Circunvalar de Rosario y en la rehabilitación del Ferrocarril Belgrano, que permanece bajo la administración del Estado. Hasta la fecha SOF no ha tenido actividades operacionales, pero es posible que se haga cargo del Ferrocarril Belgrano una vez que termine el contrato con SOESA. La creación de estas dos entidades parecería tener el propósito de desarrollar una política de mayor intervención estatal en el sector ferroviario.

#### 4.2.3 Participación en el mercado

El cuadro siguiente muestra la actividad de los ferrocarriles en 2006, últimas cifras disponibles completas.

**Cuadro 5**  
**Transporte de los ferrocarriles argentinos (2006)**

Ferrocarril	Tráfico		Dist. Media	Tarifa media
	[ton]	[KTon-km]	[km]	US¢/t-km
NCA	8.672.114	4.158.000	479	1,250
Ferrosur Roca	5.535.460	2.146.000	388	1,550
ALL Central	4.192.862	3.231.000	771	1,025
FEPSA	3.445.459	1.629.000	473	1,525
Mesopotámico	1.519.131	874.000	576	1,125
Belgrano	551.953	590.000	1.069	1,575
<b>Total</b>	<b>23.916.979</b>	<b>12.628.000</b>	<b>528</b>	<b>1,285</b>

Fuente: Ministerio de Transportes de Argentina

Las cifras de transporte de 2007, 2008 y 2009 son similares, aunque algo más bajas. El cuadro siguiente muestra el transporte por productos. La clasificación no es homogénea, ya que las cifras provienen de cada ferrocarril.

**Cuadro 6**  
**Productos transportados por ferrocarriles argentinos (2006)**  
**Porcentaje del tráfico**

Producto	NCA	FR	ALL	Fepsa	FM	BC
Cemento		24	s/i	s/i	s/i	
Productos químicos		16	s/i	s/i	s/i	
Aceites	6		s/i	s/i	s/i	6
Granos	35	5	s/i	s/i	s/i	
Piedra	11	40	s/i	s/i	s/i	72
Escoria y clinker		1	s/i	s/i	s/i	18
Contenedores	7	2	s/i	s/i	s/i	
Yeso		5	s/i	s/i	s/i	
Coque		2	s/i	s/i	s/i	
Bobinas	3		s/i	s/i	s/i	
Minerales	8		s/i	s/i	s/i	
Pellets	28		s/i	s/i	s/i	
Frutas	1		s/i	s/i	s/i	1
Resto	1	5	s/i	s/i	s/i	
						1
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>5</b>				<b>100</b>

Pese a que no hay estadísticas confiables del transporte caminero, la actividad conjunta de los ferrocarriles argentinos de servicio público es similar a la de los ferrocarriles chilenos, pese a la diferencia de tamaño de las economías respectivas. Esto permite inferir que la participación modal de los ferrocarriles en Argentina es inferior al 5%.

#### 4.2.4 Interoperatividad

Con excepción del Ferrocarril Mesopotámico y Belgrano Cargas, los restantes ferrocarriles tienen la misma trocha (1.676 mm) y mantienen convenios de intercambio que les permiten efectuar los tráficos que atraviesan más de una zona. Estos ferrocarriles no tienen conexiones internacionales.

Sin perjuicio de las interconexiones, los tráficos de intercambio son de muy bajo volumen, ya que las áreas de cobertura de las 4 líneas de trocha ancha son bastante especializadas ya que provienen de los antiguos ferrocarriles privados y no fueron modificadas por FA cuando fueron nacionalizados.

El Ferrocarril Mesopotámico, de trocha estándar (1.435 mm) está conectado con el ferrocarril Uruguayo (AFE) de igual trocha, por un puente sobre el río Uruguay en la localidad de Salto Grande. Esta conexión actualmente no se utiliza y no hay intercambio entre ambos ferrocarriles. Asimismo, el Ferrocarril Mesopotámico no está conectado con ningún otro ferrocarril argentino, ya que queda aislado en la denominada Mesopotamia por los ríos Uruguay y Paraná, aunque tiene una extensión hasta Buenos Aires.

El Ferrocarril Belgrano (ahora, Belgrano Cargas) tiene una extensa red que llega al sur de la ciudad de Buenos Aires y que por el norte conecta con la red oriental boliviana en Pocitos/Yacuiba, con la red occidental boliviana en La Quiaca/Villazón, con Ferronor en Socompa y antiguamente, con la ex-Red Sur de EFE en Caracoles/Las Cuevas, todas estas en trocha métrica (1.000 mm).

La utilización de estas conexiones es intermitente. Actualmente el intercambio por ambas conexiones con Bolivia está interrumpido y la conexión por Yacuiba requiere de reparaciones mayores debidas a los daños provocados por un aluvión hace varios años. La conexión por Socompa (ramal C14) está operativa, pero el intercambio entre ambos ferrocarriles está suspendido. La conexión por Caracoles/Las Cuevas está interrumpida desde 1984 y es dudoso que se reponga en su forma original.

Hay numerosos proyectos relacionados con el Ferrocarril Belgrano, probablemente porque continúa en manos del Estado. ADIF, la empresa estatal de infraestructura ferroviaria, está comenzando la ejecución de un plan de inversiones por más de USD 700 millones para la rehabilitación de la vía férrea entre Embarcación y Rosario (1.500 km), con la intención de aumentar significativamente el volumen de transporte de granos en la zona servida por este tramo del ferrocarril. El plan implica aumentar el actual volumen de transporte, de unas 500.000 toneladas anuales, a 3,5 millones.

Asimismo se proyecta reparar la vía para reponer el tráfico en la conexión por Yacuiba y se estudia la posibilidad de efectuar transporte ferroviario desde las minas de hierro del sureste de Bolivia.

El proyecto más ambicioso, sin embargo, es la construcción de un corredor bioceánico, uniendo las vías de trocha métrica del sur de Brasil (ALL) con las del Belgrano y Ferronor/FCAB, ambas de la misma trocha, mediante la construcción de una nueva línea por territorio paraguayo.

Finalmente, se ha planteado el proyecto de restablecer la conexión ferroviaria del antiguo Ferrocarril Transandino por Juncal. Inicialmente se había propuesto simplemente reponer la línea original de trocha métrica por Caracoles/Las Cuevas, pero el proyecto se abandonó por inviabilidad técnica. Posteriormente se planteó una solución técnicamente factible, con un túnel de baja altura y gran longitud, proyecto que se analiza en mayor detalle en el presente estudio.

#### **4.2.5 Intermodalidad**

Al igual que en el caso chileno, el transporte de contenedores se realiza principalmente con la carga internacional. Las cifras de transporte de contenedores son proporcionalmente inferiores, porque el grueso de las exportaciones argentinas son granos y que el principal punto de consumo de mercancías de importación es el Gran Buenos Aires (puerto).

La extensión de la red ferroviaria argentina y la relativa especialización de los ferrocarriles, reduce considerablemente las posibilidades de transporte intermodal en modalidades diferentes a los contenedores.

Actualmente hay un movimiento limitado de contenedores en la zona norte (Ferrocarril Mesopotámico) y en la zona central (NCA, Ferrosur). Sin embargo, los proyectos de transporte internacional en desarrollo podrían generar importantes flujos que involucran los países de la zona: Brasil, Uruguay, Paraguay, Argentina y Chile. Estos flujos serían mayormente en contenedores.

### **4.3 Europa**

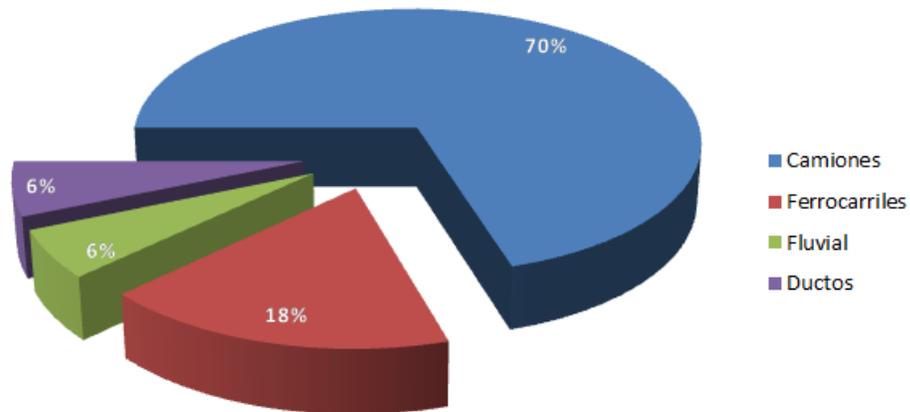
#### **4.3.1 Visión general**

El sistema ferroviario de los países europeos se ha caracterizado históricamente por ser estatal, casi en su totalidad. Más recientemente, gracias a los lineamientos de la directiva del año 1991 sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios (91/440/CE), se ha promovido su liberalización, para lo cual se han destinado grandes esfuerzos en atraer capitales privados y derribar barreras de entrada. Lo anterior se refleja en una nueva normativa de segregación que separa la figuras de operador y proveedor de infraestructuras (típicamente el Estado), dando oportunidad de acceso al mercado a nuevos operadores privados.

Es importante destacar que las iniciativas de mejorar el sistema ferroviario en Europa provienen básicamente de los países que componen la Unión Europea (UE-27). Se hace la precisión ya que en lo sucesivo en este documento, este grupo de países es referido como Europa, salvo que se mencione expresamente lo contrario.

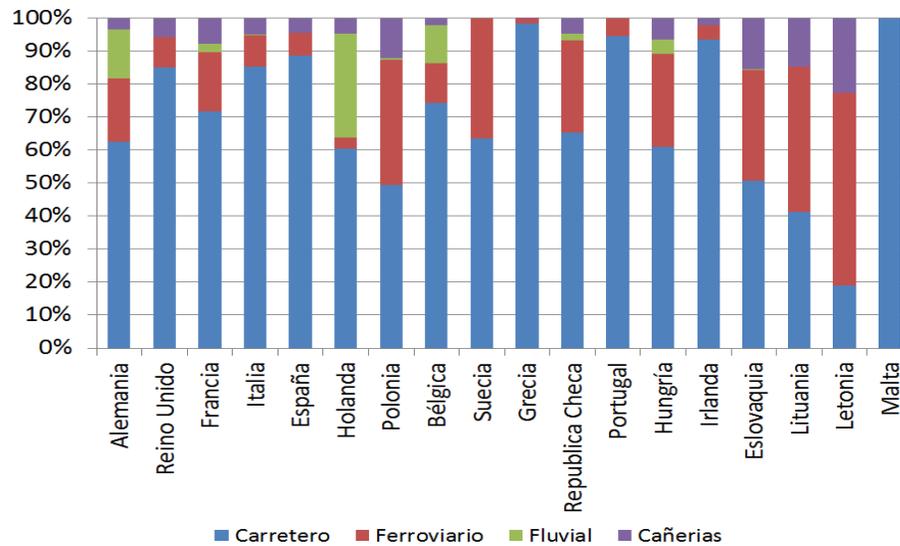
La figura siguiente muestra la partición modal del transporte de carga en Europa (no se considera modos aéreos). Se observa que el modo más relevante para el transporte de cargas es el camión con 70%, seguido por el ferrocarril con 18% muy en segundo plano.

**Figura 21**  
**Partición modal de transporte de carga Unión Europea (en T-Km), año 2000**



Fuente: SDG, 2009

**Figura 22**  
**Partición modal de transporte de carga por países (en T-Km, prom. 1995-2005)**



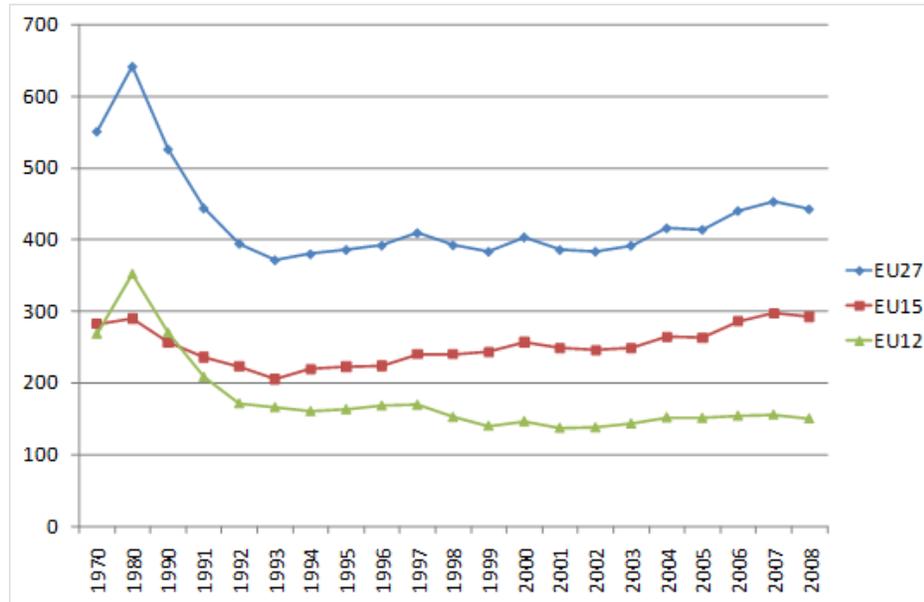
Fuente: SDG, 2009

En el gráfico anterior se observa el detalle de la participación modal para el transporte de carga por país para dieciséis países de la UE. Se destaca que los países con mayor participación del modo ferroviario son los pertenecientes al UE-12, miembros que provienen en su mayoría de Europa oriental y parte de Europa central.

La evidente baja participación modal del ferrocarril como medio para el transporte de carga, hace que uno de los objetivos primordiales que se han trazado los países de la comunidad europea sea el de aumentar la participación del ferrocarril, buscando aprovechar las ventajas de este modo en el transporte de grandes volúmenes de carga a grandes distancias. El logro de este objetivo pasa, entre otras cosas, por generar una red ferroviaria única para toda Europa, para lo cual se necesita aunar

critérios y establecer estándares y compatibilidad entre los sistemas ferroviarios de las distintas naciones.

**Figura 23**  
**Volumen de carga promedio países de la Unión Europea (millones de t-Km)**



Fuente: SDG, 2009

La figura anterior muestra la evolución temporal del volumen de carga promedio de los países de la unión europea. Se observan tres curvas correspondientes a UE-15 países principalmente occidentales y con mayor PIB, UE-12 y la suma de ambos UE-27. Se puede ver que entre 1970 y 1993 ambos grupos de países fueron a la baja siendo más marcado el grupo de los UE-12. A partir de 1993 la situación se revirtió, aunque levemente, para los países del bloque UE-15.

En cuanto a los tipos de carga transportados por ferrocarriles se muestra enseguida.

**Cuadro 7**  
**Proporción de productos transportados por ferrocarril (2009)**

Producto	2009
Productos de la agricultura, caza y silvicultura; pescado y otros productos de la pesca	10,6%
Madera y productos de madera y corcho (excepto muebles), manufacturas de cestería y espartería; productos de pulpa, papel y papel, impresos y grabaciones	10,6%
Coquerías y refino de petróleo	8,1%
Minerales metálicos y otros minerales y canteras; la turba, el uranio y torio	8,0%
De metalurgia y productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	7,3%
Equipos de transporte	6,7%
Materias primas secundarias, los desechos municipales y otros residuos	5,7%
Productos químicos, productos químicos y fibras sintéticas o artificiales, caucho y plásticos; combustible nuclear	5,2%

Producto	2009
Carbón y lignito, petróleo crudo y gas natural	5,0%
Otros productos minerales no metálicos	2,1%
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1,7%
Equipos y materiales utilizados en el transporte de mercancías	1,6%
Otros bienes	0,8%
Mercancías no identificables: mercancías que por cualquier razón no pueden ser identificados y por lo tanto no se pueden asignar a grupos.	26,6%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Eurostat (2010)

#### 4.3.2 Organización institucional

Respecto de la organización institucional, cada país presenta un modelo particular. En el cuadro siguiente se resume la organización institucional de catorce países pertenecientes a la Unión Europea.

**Cuadro 8**  
**Organización institucional del transporte ferroviario por país**

País	Grado de separación entre la infraestructura y los operadores	Grado de competencia	Operador principal	Infraestructura
Austria	Contable	Limitada a servicios regionales de carga y pasajeros	OBB (Österreichische Bundesbahnen) – Red ferroviaria integrada propiedad del Estado	Principalmente propiedad del Estado (öBB Netz), 10% propiedad de privados
Bélgica	Contable	Un operador de empresa de carga participante	SNCB (Société Nationale des Chemins de fer Belges) – Red ferroviaria integrada propiedad del Estado	Propiedad del Estado
Dinamarca	Institucional	Servicios regionales de carga y pasajeros	DSB (Danske Statsbaner) – propiedad del Estado	Corporación pública (Banestyrelsen)
Finlandia	Institucional	Ninguno	VR (Valtion Rautatiet) – propiedad del Estado	Empresa propiedad del Estado
Francia	Institucional	Ninguno	SNCF (Société Nationale des Chemins de fer français) – propiedad del Estado	Empresa propiedad del Estado
Alemania	Organizacional	Todos los mercados	DB AG (Deutsche Bahn AG) – Red ferroviaria verticalmente integrada, dividida en grupos y divisiones	DB Netz AG empresa propiedad del Estado, algunas vías privadas

País	Grado de separación entre la infraestructura y los operadores	Grado de competencia	Operador principal	Infraestructura
Reino Unido	Institucional	Todos los mercados	Empresas privadas	Propiedad de Network Rail, empresa sin fines de lucro
Grecia	Contable	Ninguno	OSE (Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος) – Red ferroviaria integrada propiedad del Estado	Propiedad del Estado (OSE)
Irlanda	Contable	Ninguno	IE (Iarnród Éireann) – Red ferroviaria integrada propiedad del Estado	Propiedad del Estado (IE)
Italia	Institucional	Servicios regionales de carga y pasajeros	FS (Ferrovie dello Stato) – propiedad del Estado	Empresa propiedad del Estado (RFI, Rete Ferroviaria Italiana)
Holanda	Institucional	Servicios regionales de carga y pasajeros	NS (Nederlandse Spoorwegen) – propiedad del Estado	Empresa propiedad del Estado (ProRail)
Portugal	Institucional	Sólo un operador privado de pasajeros	CP (Comboios de Portugal) – propiedad del Estado	Organización propiedad del Estado (REFER, Rede Ferroviária Nacional)
España	Organizacional	Ninguno	RENFE (Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles) – propiedad del Estado	Empresa propiedad del Estado
Suecia	Institucional	Servicios regionales de carga y pasajeros	Empresas de carga y pasajeros propiedad del Estado	Empresa propiedad del Estado (Banverket)

Fuente: Nash, C. & Rivera-Trujillo, C. (2004)

Nota: El término separación institucional es usado para denotar dos instituciones totalmente separadas; separación organizacional es usada donde la infraestructura y los operadores son filiales separadas del mismo grupo de empresas; separación contable se refiere a que sólo existe separación a nivel de la contabilidad de la empresa.

Se observa en el cuadro, que para el año 2003, salvo algunas excepciones, en general la infraestructura de los países estaba en manos del Estado, al igual que los operadores.

Desde 1991, cuando se promulgó la directiva sobre el desarrollo de ferrocarriles comunitarios (91/440/CE) la incorporación de la empresa privada ha ido en ascenso. Esta iniciativa ha sido amparada y ampliada por otras directivas agrupadas bajo la denominación de paquetes ferroviarios. En el año 2001 fue aprobado el primero de estos paquetes, el 2004 el segundo y el último en el año 2007. Además de velar por la libre competencia, estas directivas buscan mejorar el desempeño del ferrocarril de

carga, crear incentivos para la innovación en productos y calidad de servicio, enfrentar el tema del desarrollo sustentable con un sistema ferroviario integrado y eficiente y por último, mejorar la interoperabilidad y seguridad de las redes nacionales.

Uno de los aspectos centrales es el cambio de la estructura organizacional, separando las figuras del gestor de infraestructura (responsable por la construcción y mantenimiento de la infraestructura ferroviaria), el operador de transporte (empresa pública o privada que opera sobre la red), organismo regulador y otros.

Entre los casos emblemáticos que han experimentado más avances en lo relativo a la gestión de privados en empresas ferroviarias de carga se encuentran el Reino Unido y Suecia, ambos descritos Himola, O. & Szekely, B. (2006).

El caso del Reino Unido se caracterizó en un comienzo por un cambio drástico, al pasar de un sistema público a uno totalmente privado, incluyendo operadores como proveedores de infraestructura. La década de los noventa, donde se dio inicio al cambio, no fue del todo feliz para el sistema ferroviario, debido principalmente a la mala mantención de la vía férrea producida por la mala gestión de los privados a cargo de esta tarea. Lo anterior provocó una baja en el número de pasajeros transportados, de volumen de carga y un creciente problema de seguridad en las vías y ferrocarriles.

Debido a lo anterior, en el año 2001 el gobierno intervino la quiebra de Railtrack (propietaria y a cargo de la mantención del sistema ferroviario del Reino Unido) creando la empresa sin fines de lucro Network Rail, la cual se haría cargo en adelante de la infraestructura y mantención.

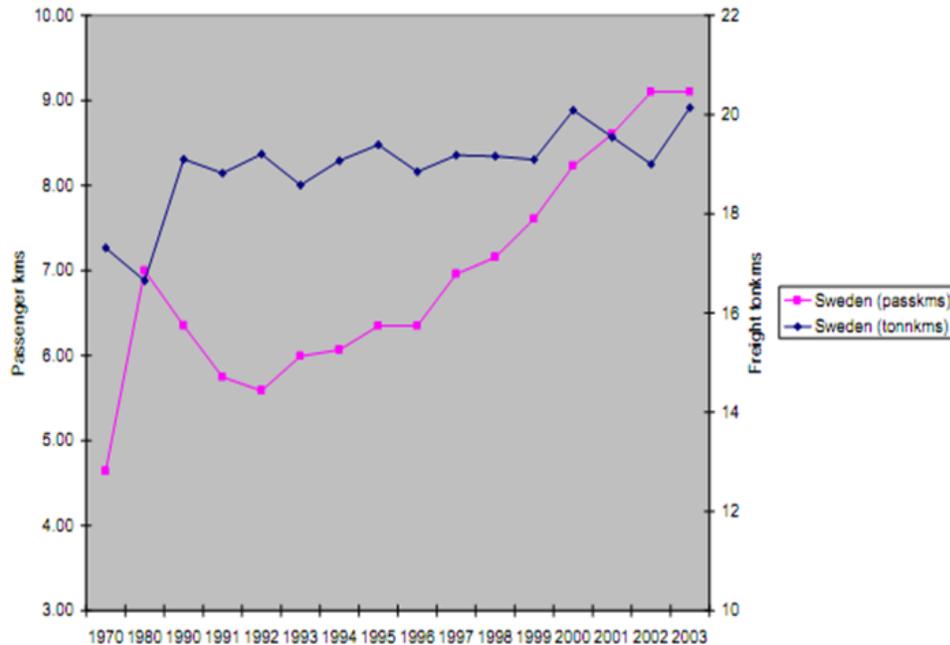
Desde ese momento el sistema de ferrocarriles británico ha repuntado y se proyecta de buena forma como proyecto a largo plazo, aunque aún existen trabas asociadas principalmente al poco incentivo de los operadores en invertir.

En general la opinión de la literatura no es favorable respecto de la privatización en el Reino Unido, aunque existen casos que muestran que algunos si han sido beneficiados. Uno de estos es el más grande operador de carga EWS que ha aumentado en un 50% la carga transportada entre los años 1996 y 2006.

El caso de Suecia ha sido diferente al británico principalmente en cuanto su implementación. A mediados de los ochenta comenzó un gradual proceso de privatización de sistema ferroviario y, recién en el año 2000, *The Swedish National Railways Statens Järnvägar* (SJ) fue dividida en seis compañías independientes, las cuales aún permanecían en poder del Estado sueco. SJ se convirtió en el controlador monopólico “invisible” del mercado de pasajeros, mientras que el de carga se liberó desde un principio ubicándose *Green Cargo* (propiedad del Estado) como el operador dominante. Lo gradual del proceso de privatización se ve principalmente en el mercado de pasajeros ya que el gobierno sigue controlando ciertas rutas a través de SJ, pero abriendo paulatinamente competencias para nuevos operadores. Uno de los reveses más importantes del proceso fue cuando se encontró culpable a SJ de *dumping*, recurso que utilizó para mantenerse al tope del mercado.

En cuanto a la infraestructura, ésta es controlada por el gobierno, aunque existen algunas empresas contratadas para la mantención bajo un marco que busca evitar efectos indeseables como los vistos en el Reino Unido.

**Figura 24**  
**Pasajeros kilómetros y carga en toneladas kilómetro en Suecia (1970-2003)**



Fuente: Himola, O. & Szekely, B. (2006)

La figura anterior muestra que, si bien el transporte de pasajeros registró importantes aumentos entre los '90 y 2003, el transporte de carga se ha mantenido relativamente estable debe principalmente a que las inversiones se hacen principalmente en el sector carretero la rápida recuperación de la inversión en comparación al sector ferroviario. Lo anterior sumado a que los operadores privados de carga solo se preocupan de bajar costos sin mejorar sus servicios, hace que Green cargo se mantenga a la cabeza y no exista una real competencia en el sector.

Además de los países anteriormente mencionados existen otros que actualmente se están sumando a la privatización o que estudian dicha posibilidad tanto en la Unión Europea como el caso de DB Bahn en Alemania el cuál ha generado gran controversia en ese país, como en otros países de Europa Oriental.

Un hecho que destaca del proceso de privatización del sistema ferroviario en Europa es la posibilidad de que grandes empresas estatales compitan en mercados de países distintos a los de su país origen. Como es el caso de DB Bahn (alemana) y SNCF (francesa).

Uno de los temas prioritarios es el de mejorar la interoperabilidad de los sistemas nacionales ferroviarios, tanto con los demás países de la comunidad europea como con los servicios regionales de cada país. Para esto se han promulgado tres directivas específicas para el problema de la interoperabilidad llamadas directivas RIR (*Railways Interoperability Regulations*), las que se listan a continuación:

- High-Speed Directive (96/48/EC)
- Conventional Directive (2001/16/EC)
- Amendment Directive (2004/50/EC)

La primera detalla los lineamientos y también detalles de cómo alcanzar la interoperabilidad del sistema ferroviario europeo (UE) para el caso de trenes de alta velocidad. La *Conventional Directive* busca extender lo anterior para el sistema convencional de trenes. La *Amendment Directive* corrige y actualiza las dos directivas anteriores.

En general estas directivas buscan:

- Proveer normas técnicas comunes, especificaciones técnicas de interoperabilidad (TSI) para ser aplicados en los ferrocarriles europeos
- Establecer un proceso de verificación y autorización común en Europa, para la entrada de nueva, actualizada o renovada infraestructura o material rodante en servicio
- Proveer una metodología para incorporar ciertos componentes ferroviarios conocidos como “constituyentes de interoperabilidad” en el mercado ferroviario.

#### 4.3.3 Interoperatividad

Debido a la gran cantidad de países miembros de la comunidad europea, existen diversos inconvenientes para lograr que los sistemas ferroviarios europeos sean compatibles entre sí.

Según la Unión Europea la interoperabilidad se puede entender como “la capacidad del sistema ferroviario transeuropeo de permitir la circulación segura e ininterrumpida de trenes cumpliendo con ciertos niveles de desempeño”. Estos niveles se basan en todas las condiciones reglamentarias, técnicas y operativas que deberán cumplirse para satisfacer los requisitos esenciales.

De acuerdo a lo anterior se definen “subsistemas” que corresponden a subdivisiones del sistema transeuropeo ferroviario. Estos, a su vez, se clasifican en subsistemas estructurales y subsistemas operacionales.

Los estructurales corresponden a infraestructura, energía, sistema de señalización y control ferroviario y material rodante. Los operacionales, a mantención, medioambiente o entorno, operación y usuarios.

Las medidas para lograr la interoperabilidad en los distintos subsistemas se detallan en los documentos TSI's (*Technical Specifications for Interoperability*). Los TSI's informan sobre los elementos críticos necesarios para alcanzar la interoperabilidad, los llamados "constituyentes interoperativos".

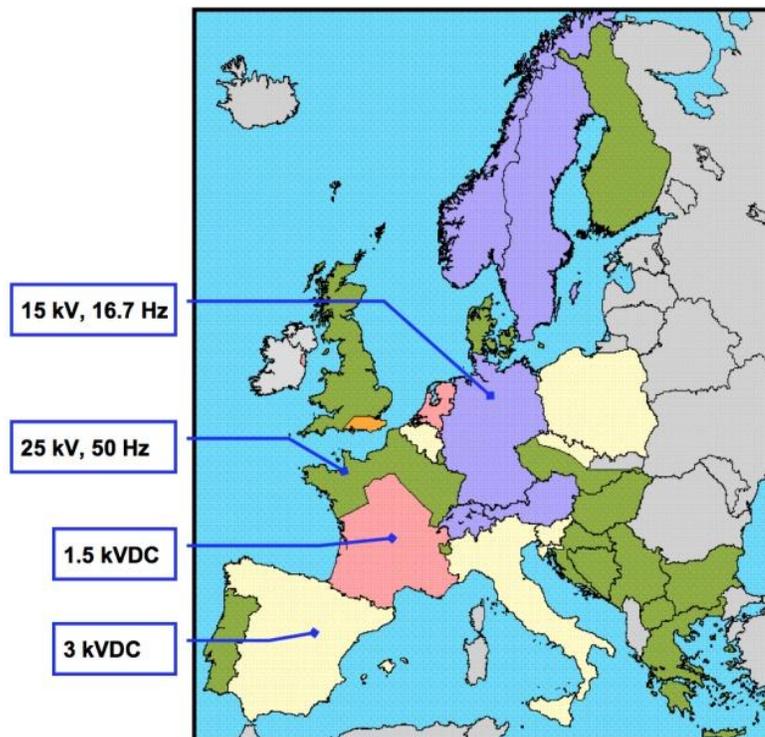
La Unión Europea define constituyente operativo como: cualquier componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o subsistema, de los que la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo depende directa o indirectamente.

A continuación se hace una lista de los problemas más importantes para lograr la interoperabilidad en Europa.

#### 4.3.3.1 Diferencias entre sistemas de alimentación eléctrica y pantógrafos (subsistema energía)

En la figura siguiente se puede ver que se utilizan cuatro tipos de alimentación eléctrica en la Unión Europea, lo cual genera importantes problemas de interoperabilidad (aproximadamente el 50% de los ferrocarriles funciona en base al sistema eléctrico de catenarias). Se ve que la mayoría de los países tienen el sistema de 25 kV y 50 Hz y que, por otro lado, el sistema de 1.5 kVDC sólo se utiliza en Francia y Holanda. A pesar de la diferencia de voltaje entre los distintos países el problema es abordable ya que las locomotoras actuales son capaces de incorporar distintos sistemas para cada tipo de voltaje (distintos pantógrafos).

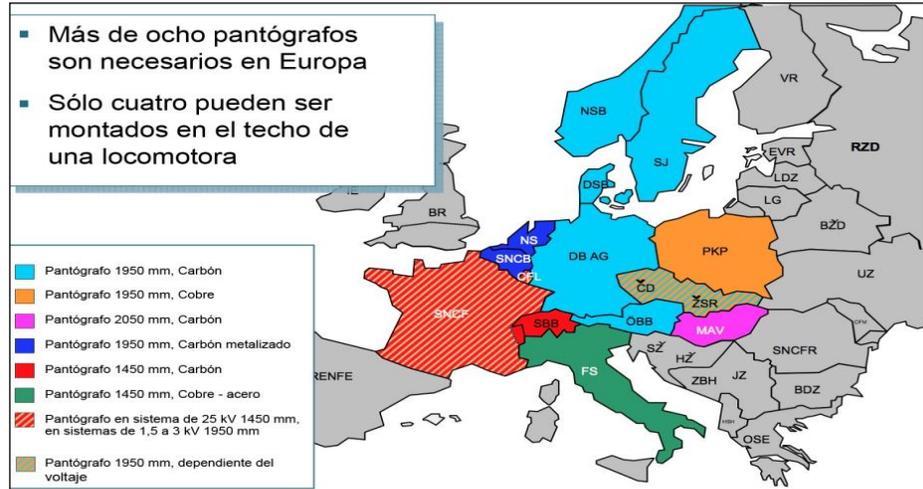
**Figura 25**  
**Sistemas de alimentación eléctrica**



Fuente: Bombardier, 2005

La figura siguiente muestra los 8 distintos tipos de pantógrafos usados en los países de la UE, apreciándose una gran variedad de dimensiones y materiales. Si bien es posible incorporar distintos pantógrafos en las locomotoras, por motivos de espacio típicamente no es posible incorporar más de 4.

**Figura 26**  
**Sistemas de pantógrafos**

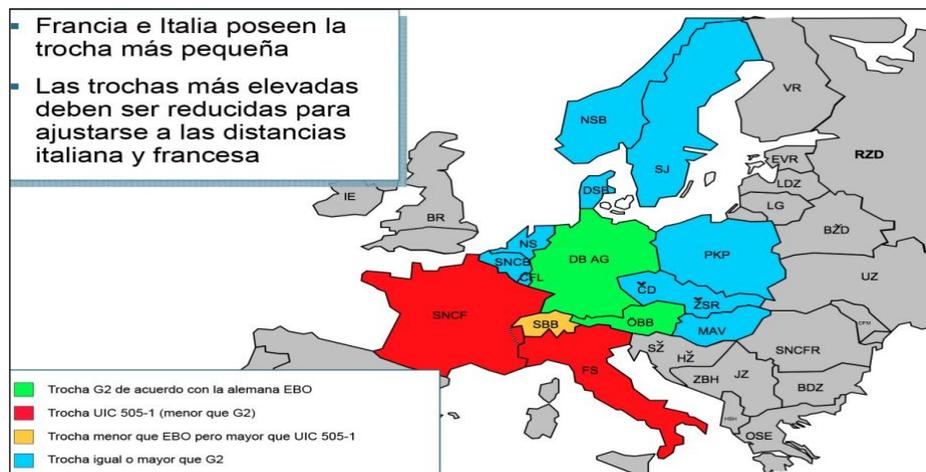


Fuente: Bombardier, 2005

#### 4.3.3.2 Diferencias de trocha (subsistema infraestructura)

La diferencia de trocha es un problema crítico en la búsqueda de la interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de los distintos países de la Comunidad Europea. Considerando sólo los países destacados en la figura siguiente, existen cuatro medidas distintas de trocha, lo que obliga a hacer transferencias de la carga al pasar de un sistema a otro aumentando tanto el tiempo de entrega como los costos.

**Figura 27**  
**Trochas**

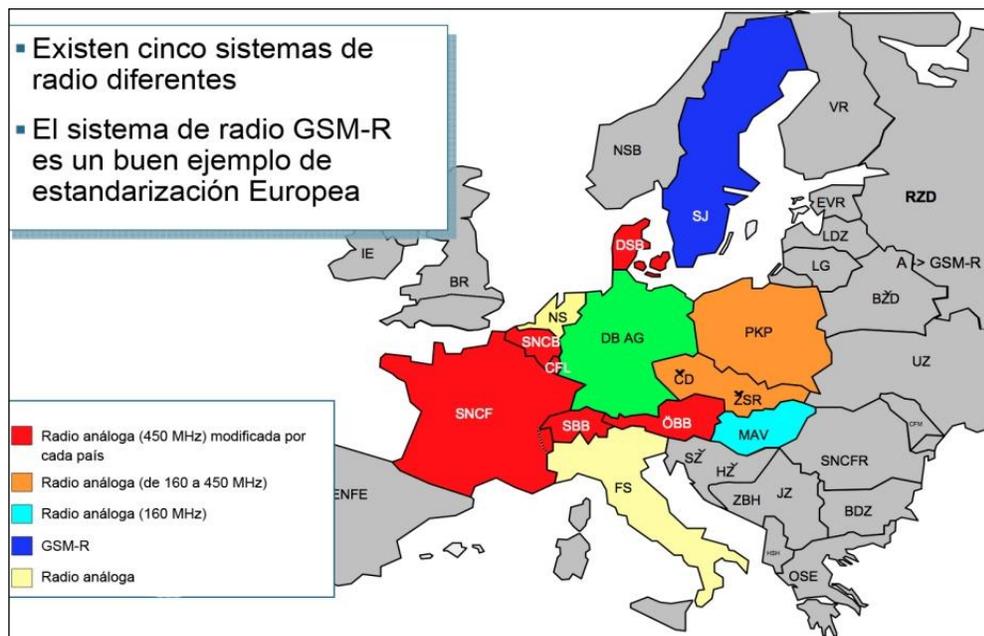


Fuente: Bombardier, 2005

#### 4.3.3.3 Diferencias en sistemas de radio, señalización y control ferroviario (subsistema operacional)

En la figura siguiente se observa que en la Unión Europea existen por lo menos cinco sistemas de radio diferentes para establecer la comunicación entre los operadores y los trenes. Los sistemas de radio analógicos han ido quedando en el pasado para dar paso al nuevo sistema GSM-R, el cual es un sistema digital de comunicación basado en la misma tecnología utilizada en la telefonía móvil (GSM). Este es el sistema adoptado por la Comunidad Europea en el proceso de estandarización del sistema ferroviario transeuropeo.

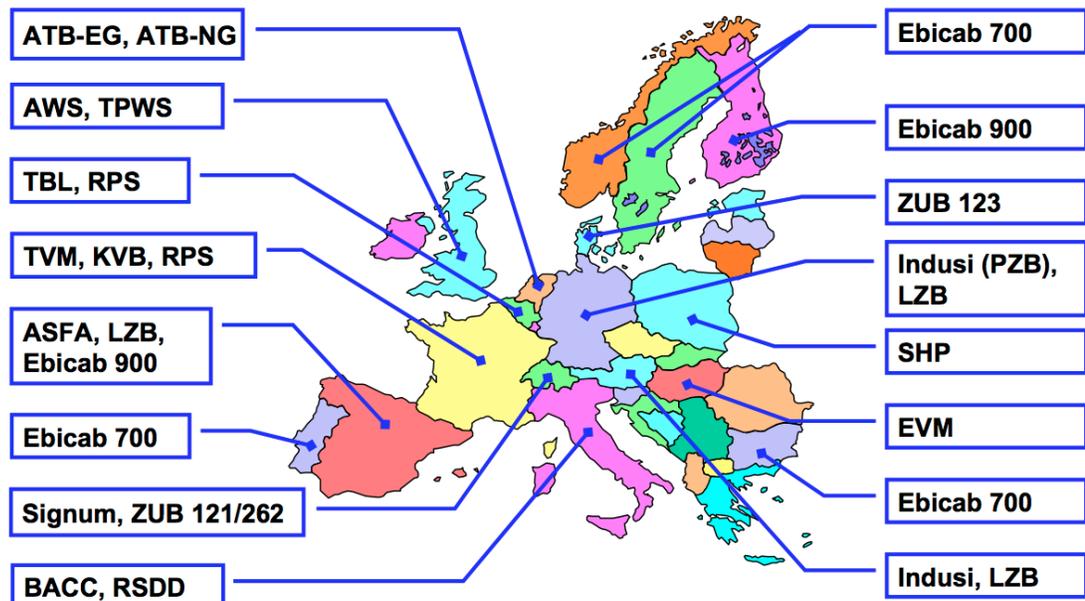
**Figura 28**  
**Sistemas de radio**



Fuente: Bombardier, 2005

Además del problema de la comunicación operador-tren, existe otro inconveniente en el ámbito de las operaciones. Como se observa en la figura siguiente, la mayoría de los países tienen un sistema propio de señalización y control ferroviario. Este es un problema mayor ya que si se quisiera dotar a los trenes actuales con las herramientas necesarias para poder utilizar los distintos sistemas de control, existirían dificultades de difícil superación tanto en el espacio necesario dentro del tren como en la capacidad del maquinista para poder recibir los mensajes de control y señalización.

**Figura 29**  
**Sistema de señalización y control ferroviario**



Fuente: Bombardier, 2005

La respuesta de la Unión Europea a esta dificultad es proveer de un sistema unificado de señalización y control ferroviario llamado ETCS (*European Train Control System*). Este sistema ha ido siendo desarrollado a la par del sistema de radio control (GSM-R), en conjunto los dos conforman el ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) el sistema futuro común que manejará todos los sistemas de comunicación, señalización y control de operación de un futuro sistema de trenes unificado de la comunidad Europea.

Además de los inconvenientes de interoperabilidad entre los sistemas ferroviarios mostrados anteriormente, existen otros. Entre estos se destacan la falta de sistemas comunes de acreditación de los conductores, las diferencias en las condiciones laborales y de seguridad que permitan un fácil y libre paso entre las fronteras de los países, la falta de un reglamento sobre los idiomas en que se comunican los operadores, proveedores de infraestructura y empleados ferroviarios, sobre todo para el caso de las fronteras. Caso aparte es la interoperabilidad comercial, destacando la necesidad de asegurar un mercado que provea de los distintos ítems necesarios para alcanzar la interoperabilidad en cada país de la Unión Europea.

#### 4.3.4 Intermodalidad

##### 4.3.4.1 Aspectos de política

La Unión Europea promueve varias estrategias para impulsar el transporte intermodal, entre las cuales destaca el desarrollo de una red transeuropea de transporte que articule todo el espacio comunitario y la armonización de las condiciones reglamentarias de los diferentes modos de transporte y las normas de competencia para hacer realidad el mercado único de transportes.

En lo relativo al ferrocarril, los primeros pasos fueron dados en los años 90', con la directiva comunitaria 91/440/CEE, sobre el Desarrollo de los Ferrocarriles Comunitarios. A partir de ésta, en 1992, fue publicado el primer Libro Blanco sobre el futuro de la política común de transportes, en el que se planteaban como objetivos la apertura del mercado del transporte y la necesidad de un equilibrio sostenible del sector, sin que éste supusiera la pérdida de movilidad.

En 1992 la UE lanzó el programa PACT (*Pilot Actions for Combined Transport*) que se puso en marcha en 1997, con el objetivo de aumentar el uso del transporte combinado a través del apoyo a iniciativas innovadoras de mercado para luchar contra la saturación del transporte por carretera.

Tras la finalización del programa PACT en 2001, se puso en marcha el programa Marco Polo, orientado a: reducir la congestión en la infraestructura vial; mejorar el impacto medioambiental de todo el sistema de transporte traspasando transporte vial a cabotaje, ferrocarril y transporte fluvial; potenciar la intermodalidad y; lograr un transporte eficaz y sostenible. Actualmente el Programa Marco Polo se encuentra en su fase II (2007-2013).

En la misma línea, el año 1992 se inició la Red Transeuropea de Transportes RTE-T (o TEN-T, por sus siglas en inglés). Esta red comprende cerca de 75.000 Km de carreteras, 78.000 Km de vías férreas, 330 aeropuertos, 270 puertos marítimos internacionales y 210 puertos interiores, además del desarrollo de sistemas de gestión de tráfico, navegación e información. Sobre esta red se ha identificado una importante cantidad de proyectos prioritarios ferroviarios e intermodales.

El concepto de “Red Transeuropea de Transporte Combinado” (RTTC) apareció por primera vez en 1996 y fue revisado en 2004, definiéndose como: “la Red Transeuropea de Transporte Combinado comprenderá: a) las vías férreas y vías navegables que sean adecuadas para el transporte combinado y la vía marítima que, junto con eventuales trayectos por carretera iniciales y/o terminales, lo más cortos posibles, permitan el transporte de mercancías a larga distancia; b) los terminales intermodales dotados de instalaciones que permitan el transbordo entre vías férreas, vías navegables, vías marítimas y carreteras y; c) provisionalmente, el material rodante adecuado, cuando así lo requieran las características aún no adaptadas de las infraestructuras”. En lo relativo a transporte ferroviario, la adaptación de las redes a las características de la RTTC implica alcanzar los siguientes estándares.

**Cuadro 9**  
**Estándares de la RTTC**

Aspecto	Estándar para líneas actuales	Estándar para infraestructura nueva
Gálibos	B	C1 (mínimo B+)
Velocidad tren	120 Km/h	120 Km/h
Longitud tren	700 m	750 m
Carga máxima tren	1200 t	1500 t
Carga por eje	22,5 t (T 80) 20,0 t (T 120)	22,5 t (T 80) 20,0 t (T 120)

Fuente: Casas, 2009

Se puede concluir de todo lo anterior que la UE ha establecido la intermodalidad como una de sus estrategias de transporte centrales, sobre todo en lo relativo al transporte de carga.

#### 4.3.4.2 Aspectos operacionales

El transporte intermodal se potencia a través del uso de unidades estandarizadas de carga que permiten su manipulación mecanizada/automatizada. Las principales unidades de carga en el transporte intermodal son: el contenedor, la caja móvil y el semirremolque.

En lo que sigue, se hacen algunos comentarios sobre estas unidades estandarizadas de carga y su relación con el ferrocarril, en el contexto del transporte en la UE.

- Transporte de Contenedores y Cajas móviles

La caja móvil es una unidad concebida para el transporte de mercancías, adaptada de manera óptima en función de las dimensiones de los vehículos terrestres (lo que la distingue de los contenedores) y equipada con dispositivos adecuados para el transbordo entre modos. Típicamente no son apilables, aunque en la actualidad hay algunas que lo son. Para ser usadas en ferrocarril han de contar con homologación de la Unión Internacional de Ferrocarriles, UIC (Ministerio de Fomento).

Figura 30  
Caja móvil



Fuente: Ministerio de Fomento

El transporte de contenedores y cajas móviles representa aproximadamente el 90% del total de las unidades de carga intermodal en el sistema ferroviario de la UE.

El tipo de contenedor o caja móvil usado en cada ferrocarril depende del gálibo ferroviario de carga, que es la sección transversal de referencia que permite determinar el contorno máximo del material motor y remolcado según la posición relativa de las obras de fábrica y los obstáculos respecto a la vía.

La siguiente tabla muestra las dimensiones para distintos tipos de gálibo.

**Cuadro 10**  
**Gálibo para contenedores y cajas móviles**

Gálibo	Contenedores			Cajas Móviles		
	A	B	B <sup>+</sup>	A	B	B <sup>+</sup>
Altura [m]	2,610	2,900	2,900	2,675	2,905	3,005
Ancho [m]	2,430	2,430	2,590	2,500	2,500	2,600

Fuente: Casas, 2009

El vagón plataforma estándar en Europa para el transporte intermodal circula a 1,175 m. por encima de los rieles. El gálibo UIC B<sup>+</sup> es el estándar intermodal europeo: altura de 4,18 m. y ancho de 2,72 m. Este gálibo permite la circulación ferroviaria de cualquier tipo de UTI no normalizada.

- Transporte de Semirremolques

El semirremolque es un vehículo no motorizado para el transporte de mercancías por carretera, destinado a acoplarse a un vehículo motorizado de manera que una parte sustancial de la carga es sostenida por el vehículo motorizado. Los semirremolques pueden necesitar adaptaciones específicas para el transporte intermodal.

Para el caso de los semirremolque las dimensiones de gálibo necesarias por tipo de gálibo son las siguientes.

**Cuadro 11**  
**Gálibo para semirremolques**

Gálibo	Semirremolques		
	A	B	B <sup>+</sup>
Altura [m]	3,520	3,750	3,850
Ancho [m]	2,500	2,500	2,500

- Transporte Combinado

La aparición de los métodos de transporte combinado comenzó en la década de los 60, con el lanzamiento del concepto freightliner en el Reino Unido, y se desarrolló posteriormente a través de Europa. La idea era involucrar y coordinar trenes de contenedores de alta velocidad, contenedores de alta seguridad, terminales lift-on/lift-off eficaces, trenes de alta frecuencia y entrega local fiable por carretera.

Actualmente la UE define el transporte combinado como el transporte de mercancías entre Estados Miembros cuando el camión, remolque, semirremolque, con o sin unidad tractora, la caja móvil o el contenedor de 20 pies o más utilice la carretera en la etapa inicial o final del viaje y, en otra etapa, el ferrocarril, una vía navegable o servicios marítimos, entendiéndose que el tramo por carretera es lo

más corto posible. Cuando involucra al ferrocarril, la Unión Europea ha adoptado el término oficial de transporte por carretera-ferrocarril (*rail-road transport*). En Francia este tipo de transporte se designa como *ferroustage*, mientras que la expresión habitualmente utilizada en el mundo anglosajón es *piggyback traffic*.

El transporte combinado ferrocarril-carretera puede tomar diversas formas: transporte no acompañado de contenedores o cajas móviles, transporte por ferrocarril de vehículos de carretera enteros (autoroute roulante, otros métodos) y transporte bimodal.

Se distinguen esencialmente dos tipologías: transporte carretera-ferrocarril no acompañado y transporte carretera-ferrocarril acompañado (por la unidad motriz). (Casas, 2009)

#### 4.3.5 Comentarios

Evidentemente, Europa tiene diferencias notables con la realidad nacional, tanto de nivel de ingreso como culturales y administrativas. En ese sentido, las lecciones que se puede obtener de la revisión del caso para el estudio de las alternativas de intermodalidad e interoperabilidad para el caso nacional no tienen una aplicación directa en cuanto a las normas que se establecen, y es importante notar aquello para evitar la tentación de intentar replicar un sistema ferroviario diseñado para otra realidad.

Sin perjuicio de ello, se puede apreciar distintos elementos de interés cuya consideración debiera enriquecer la mirada que se dé al tema en el país. En primer lugar, cabe notar la muy fuerte voluntad política de impulsar la multimodalidad, posiblemente a partir del convencimiento de que el transporte de carga sustentado tan intensamente en el uso de camiones no es sustentable en el largo plazo. Esta voluntad se manifiesta en la acción decidida para abordar las múltiples complicaciones que tiene la conformación de una red de transporte europea, que se acentúan notoriamente en el caso del transporte ferroviario.

En segundo lugar, cabe destacar el enfoque de aumentar la competitividad del sector por la vía de generar una institucionalidad que distingue a los distintos actores (provisión de infraestructura, provisión de servicios y regulación). Esta mirada, adoptada parcialmente en el caso del transporte ferroviario nacional (red EFE), ha sido sugerida en distintos informes de especialistas.

Por último, el avance de la UE hacia lograr la interoperatividad de la red ferroviaria (en particular las definiciones de las directivas RIR) entregan luces sobre cómo abordar el tema, si bien no al nivel de los contenidos específicos de las normas, sí al nivel de la identificación de los temas más relevantes.

## 4.4 Brasil

### 4.4.1 Visión general

Dadas las características geográficas de Brasil existe consenso respecto a la importancia del modo de transporte ferroviario en el desarrollo económico y social del país. Esta importancia económica se complementa con el rol de promoción de la integración regional que cumple el modo, tema de gran interés en una nación de vasta extensión y difícil geografía.

Pese a lo anterior, durante gran parte del siglo pasado los gobiernos brasileros desatendieron el desarrollo de este medio de transporte, en favor principalmente del transporte carretero de carga a través de camiones. Esta situación derivó en un excesivo envejecimiento de la red ferroviaria y un bajo nivel tecnológico en el sistema, lo que sumado a una administración ineficiente que elevaba los costos de los fletes. La baja competitividad del modo suscitó la intervención estatal, que en primer lugar redujo la extensión de las vías para luego lanzar un sistema de licitación.

Actualmente el sistema de transporte ferroviario de Brasil posee cerca de 30.000 kilómetros de vías, concentradas principalmente en las regiones sur, sudeste y noreste del país, las que asimismo atienden partes del centro-oeste y norte de Brasil. Gran parte de las vías se encuentran concesionadas, condición que alcanza cerca del 97% de la red total. El sistema ferroviario brasileros es el mayor en Latinoamérica en términos de carga transportada, llegando a transportar cerca de 245 billones de ton-km útiles (TKU) durante el año 2009.

Antes de ser licitado, el transporte ferroviario brasileros estaba constituido por cuatro redes ferroviarias que eran controladas y operadas por tres empresas:

1. *Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA)*, que operaba cerca del 77% del total de la red y era controlada por el gobierno federal.
2. *Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM)*, controlada y operada por la empresa estatal *Vale do Rio Doce*.
3. *a Estrada de Ferro Carajás (EFC)*, también controlada y operada por *Vale do Rio Doce*.
4. *Ferrovía Paulista S.A. (FEPASA)* controlada por el estado de São Paulo, tenía una red de extensión media y baja producción (cerca del 4,5%) sin embargo se ubicaba en el estado de mayor relevancia económica del país.

Las empresas redes EFVM y EFC eran y continúan aún hoy siendo empresas dedicadas principalmente al movimiento de minerales de *Vale do Rio Doce*.

Como una forma de aumentar la oferta y mejorar los servicios, el gobierno federal de Brasil dio inicio a un ambicioso programa que buscaba privatizar, concesionar y delegar los servicios públicos de transporte de los diferentes estados y municipios del país. Se creó entonces mediante una ley especial el Programa Nacional de Desestatización (PND). El proceso de desestatización ferroviario comenzó durante

el primer semestre de 1992 con la partición y concesión de *Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA*. Los principales objetivos de éste programa se resumen a continuación:

- Liberar la carga impositiva del Estado
- Mejorar la utilización y ubicación de los recursos
- Aumentar la eficiencia operacional
- Fomentar el desarrollo del modo de transporte ferroviario
- Mejorar la calidad del servicio

En la actualidad, Brasil cuenta con 11 redes ferroviarias entregadas a la iniciativa privada, cubriendo poco más de 28.000 Km y con planes de llegar a 35.000 Km en 2015 y 40.000 Km en 2020.

En el cuadro siguiente se muestra la extensión de la red ferroviaria al año 2009, identificando las diferentes trochas.

**Cuadro 12**  
**Extensión de la red ferroviaria 2009 (Km)**

Operadores Regulados por la ANTT	Empresa Origen	Trocha				Total
		1,60	1,00	1,435	Mixta	
ALLMO – América Latina Logística Malha Oeste	RFFSA	-	1.945	-	-	1.945
FCA – Ferrovia Centro-Atlántica	RFFSA	-	7.910	-	156	8.066
MRS – MRS Logística	RFFSA	1.632	-	-	42	1.674
FTC – Ferrovia Tereza Cristina	RFFSA	-	164	-	-	164
ALLMS – América Latina Logística Malha Sul	RFFSA	-	7.293	-	11	7.304
FERROESTE – Estrada de Ferro Paraná Oeste	-	-	248	-	-	248
EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas	-	-	905	-	-	905
EFC – Estrada de Ferro Carajás	-	892	-	-	-	892
TNL - Transnordestina Logística	RFFSA	-	4.189	-	18	4.207
ALLMP - América Latina Logística Malha Paulista	RFFSA	1.463	243	-	283	1.989
ALLMN - América Latina Logística Malha Norte	-	500	-	-	-	500
VALEC/Subconcessão: Ferrovia Norte-Sul - FNS	-	571	-	-	-	571
<b>Subtotal</b>	-	<b>5.058</b>	<b>22.897</b>	-	<b>510</b>	<b>28.465</b>

Resto de los Operadores	Empresa Origen	Trocha				Total
		1,60	1,00	1.435	Mixta	
CBTU	-	63	149	-	-	212
CPTM/Supervia/Trensub/CEN TRAL	-	537	75	-	-	612
Trombetas/Jarí	-	68	35	-	-	103
Corcovado/Campos do Jordão	-	-	51	-	-	51
E.F.Amapá	-	-	-	194	-	194
<b>Subtotal</b>	-	<b>668</b>	<b>310</b>	<b>194</b>	-	<b>1.172</b>
<b>TOTAL</b>	-	<b>5.726</b>	<b>23.207</b>	<b>194</b>	<b>510</b>	<b>29.637</b>

Fuente: ANTT (2010)

Otros aspectos de este modo de transporte se resumen en la tabla siguiente.

**Cuadro 13**  
**Otros antecedentes sobre la red ferroviaria**

Concepto	2006	2007	2008	2009
Extensión de la red [km]	S/I	28.314	28.314	28.465
Velocidad Media [km/hr]	26,6	28,1	28,1	29,0
Velocidad Comercial [km/hr]	19,4	20,9	20,6	21,1
Inversión [Millones Reales]	2.458,8	2.691,7	4.196,9	2.769,4
Producción [Billones TKU]	238,3	257,1	267	245,3
Volumen Transportado [Millones TU <sup>5</sup> ]	389,1	414,9	426,5	379,4
Índice de Accidentes [Nº acc/millón trenes-km]	23	14	14	15
Empleos Directos e Indirectos	28.171	31.919	35.041	36.924
Locomotoras en servicio [Nº]	2385	2475	2817	2919
Vagones en servicio [Nº]	78.209	88.347	90.708	92.814

Fuente: ANTT (2010)

La inversión de los operadores a cargo de las concesiones se destaca a lo largo de la bibliografía consultada. Es posible determinar un detalle de las inversiones realizadas por los concesionarios, como se muestra en la tabla siguiente.

<sup>5</sup> TU: tonelada útil.

**Cuadro 14**  
**Inversión de las concesionarias [millones de Reales]**

Ítem de Inversión	2006 [MR\$]	2007 [MR\$]	2008 [MR\$]	2009 [MR\$]
Material Rodante	1.039,7	1.076,5	2.034,1	830,1
Infraestructura	362,3	347,0	525,4	426,1
Supraestructura	674,4	756,8	992,8	998,8
Comunicación y señalética	74,0	89,6	96,2	125,8
Otros	308,4	421,7	548,4	388,6
<b>Total</b>	<b>2.458,8</b>	<b>2.691,7</b>	<b>4.196,9</b>	<b>2.769,4</b>

Fuente: ANTT (2010)

Al analizar las estadísticas presentadas por la Agencia Nacional de Transporte Terrestre de Brasil (ANTT) se aprecia que la principal carga movilizada corresponde al mineral de hierro, que se transporta desde los territorios interiores del centro y norte del país. El resto de los productos posee una participación minoritaria.

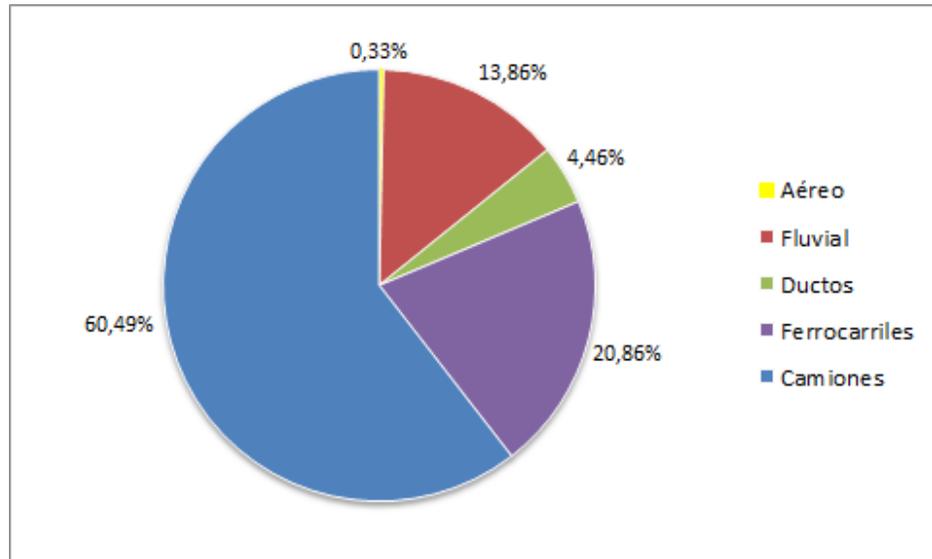
**Cuadro 15**  
**Principales productos transportados**

Producto	Año 2009 [Millones TKU]	Participación
Mineral Hierro	177.327	72,13%
Industria Siderúrgica	7.073	2,88%
Cemento	2.034	0,83%
Construcción	1.581	0,64%
Carbón	3.152	1,28%
Mineral a granel	5.174	2,10%
Soya	176	0,07%
Producción agrícola	13.496	5,49%
Abonos y fertilizantes	3.640	1,48%
Celulosa y producción forestal	1.440	0,59%
Combustibles y derivados	5.892	2,40%
Contenedores	2.939	1,20%
Carga general no contenedorizada	21.932	8,92%
<b>Total</b>	<b>245.856</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: ANTT (2010)

Dentro de las estadísticas consultadas no fue posible obtener valores más actualizados de la partición modal del transporte de carga que los del año 2000 que se muestran en el siguiente gráfico.

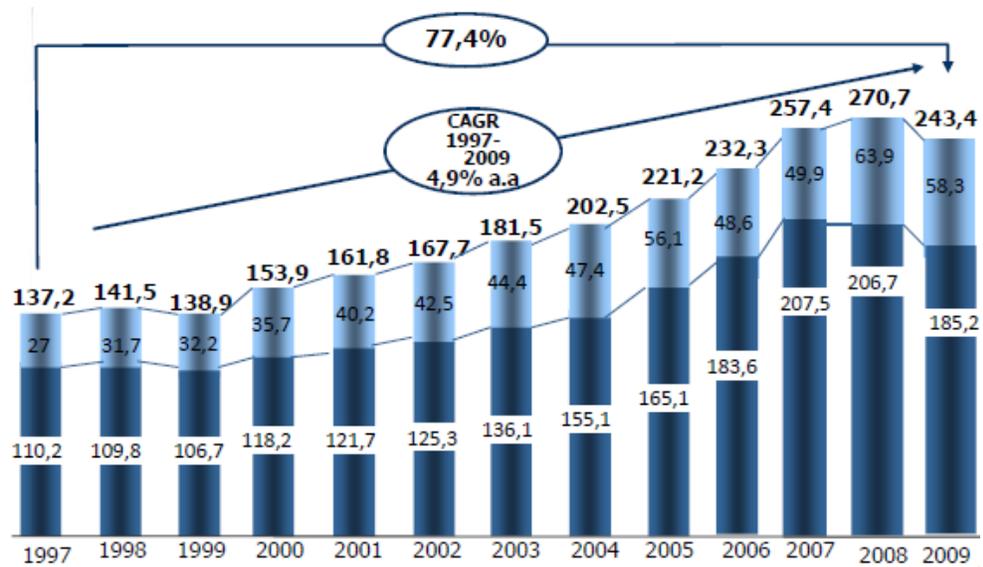
**Figura 31**  
**Partición modal transporte de carga, año 2000**



Fuente: ANTT (2010)

Evidentemente, la proporción mayoritaria del transporte de carga se lleva a cabo en camiones, pero el ferrocarril tiene una participación superior al 20%. Considerando las tasas de crecimiento del ferrocarril que se aprecian en el gráfico siguiente, es posible aventurar que dicha participación debe haber aumentado en la última década.

**Figura 32**  
**Evolución de la carga ferroviaria en la red concesionada, período 1997 – 2009**  
**(en billones de TKU)**



**Nota:** TKU = Tonelada Quilómetro Útil Transportada  
CAGR: Compound Annual Growth Rate

Fuente: ANTF (2010)

#### 4.4.2 Organización institucional

Un aspecto que es relevante de considerar en el análisis de este caso, es la existencia del PNLT: Plano Nacional de Logística e Transportes. Se trata de un plan de transporte de alcance nacional y federal e incluye a todos los modos de transporte (vial, ferroviario, portuario, aeroportuario e hidrovial). El horizonte del plan es 2008 – 2023.

El PNLT reconoce los siguientes objetivos:

- Retomar el proceso de planificación del sector transportes
- Incorporar los costos de toda la cadena logística
- Cambiar la matriz de carga nacional, haciendo uso más intensivo de los modos más eficientes
- Preservación ambiental
- Enmarcar los proyectos en una de las siguientes categorías
  - Aumento de la eficiencia productiva en áreas consolidadas
  - Inducción del desarrollo de áreas de expansión de frontera agrícola y minera
  - Reducción de desigualdades regionales en áreas deprimidas
  - Integración sudamericana

En lo relativo al ferrocarril, se identifica las siguientes directrices del PNLT:

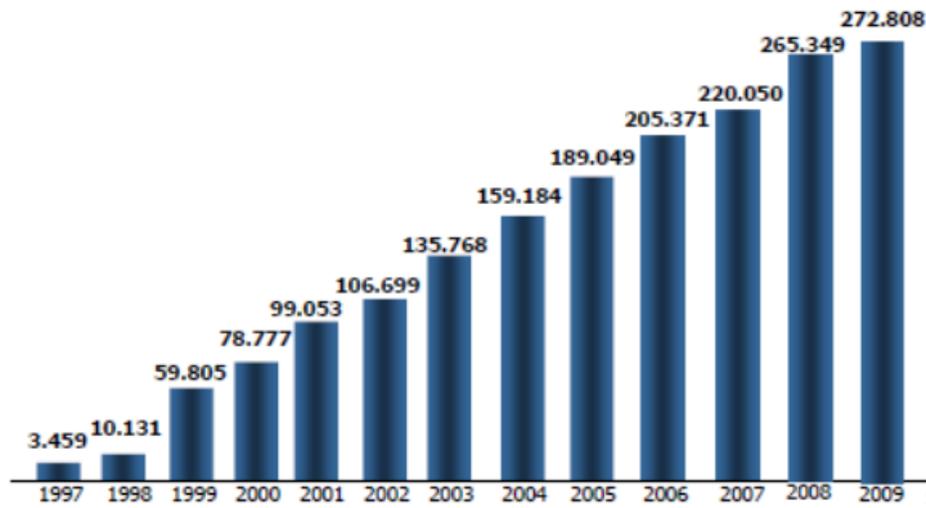
- Expansión de la red ferroviaria. Estructuración de un moderno sistema ferroviario integrado y de alta capacidad, conectando áreas de producción agrícola y mineral con los principales puertos y zonas de proceso y consumo interno, con perspectivas de atender también el movimiento de contenedores. Contempla la construcción de ejes estructurantes:
  - Ferrovía Oeste-Leste: Ilhéus / Barreiras, 990 Km, R\$ 4,2 bill.
  - Ferrovía de Integracao do Centro-Oeste: Uruguacu / Lucas de Río Verde, 1004 Km, R\$ 4,1 bill.
  - Ferronorte: Araguaia / Rondonópolis, 260 Km, R\$780.
  - Ferrovía Nova Transnordestina: Eliseu Martins / Pecem / Suape, 2.278 Km, R\$ 5,4 billones.
  - Ferrovía norte-sul: Anápolis / Estrella d'Oeste, 669 Km, R\$ 2,7 billones; Estrella d'Oeste – Paranorma, 220 Km, R\$ 890 millones.
  - Ferrovía de acceso del Pantanal: Panorama / Dourados; 380 Km, R\$ 1,6 billones.

- Aumento de la capacidad de la red actual. Ampliación de capacidad para alcanzar la demanda en tramos que presentan restricción de capacidad utilizando dobles vías, construcción de variantes y otros. Eliminación de puntos de conflicto asociados a zonas urbanas.
  - Inversión público/privada en acceso a puertos: Juazeiro, Aratu, Río de Janeiro, etc.
  - Inversión público/privada en corredores ferroviarios
- Estudios ferroviarios para la integración modal. Desarrollo de estudios para ampliación y mejor uso de la red de transporte, aprovechando el potencial del transporte ferroviario, integrado con los modos rodoviario y otros.
  - Integração da Ferrovia Oeste-Leste com a Ferrovia Norte-Sul
  - Barreiras/BA – Figueirópolis/TO: 520 km
  - Integração da Ferrovia Nova Transnordestina à Ferrovia Norte-Sul
  - Eliseu Martins/PI – Estreito/MA: 596 km
  - Ferrovia de Integração do Centro-Oeste
  - Lucas do Rio Verde/MT – Vilhena/RO: 598 km
  - Corredor Ferroviário do Paraná
  - Dourados/MS – Cascavel/PR: 523 km
  - Ferrovia Norte Sul
  - Panorama/SP – Chapecó/SC – (Porto Alegre / Pelotas) Rio Grande/RS: 1.620 km
  - Ferronorte
  - Rondonópolis/MT – Cuiabá/MT: 220 km
  - Corredor Ferroviário de Santa Catarina
  - Dionísio Cerqueira/SC – Chapecó/SC – Itajaí/SC (Ferrovia do Frango): 598 km

En lo relativo a institucionalidad, además de lo ya mencionado sobre el fuerte proceso de concesión de la red ferroviario que ha tenido lugar desde los años '90, cabe mencionar la creación del Consejo Nacional de Integración de Políticas de Transporte (CONIT) en 2008, que tiene la atribución de proponer políticas nacionales de integración de los distintos modos de transporte.

Es importante señalar que en los últimos años (desde la privatización en 1996) se ha producido un importante aumento del transporte de contenedores, tal como se aprecia en la siguiente figura.

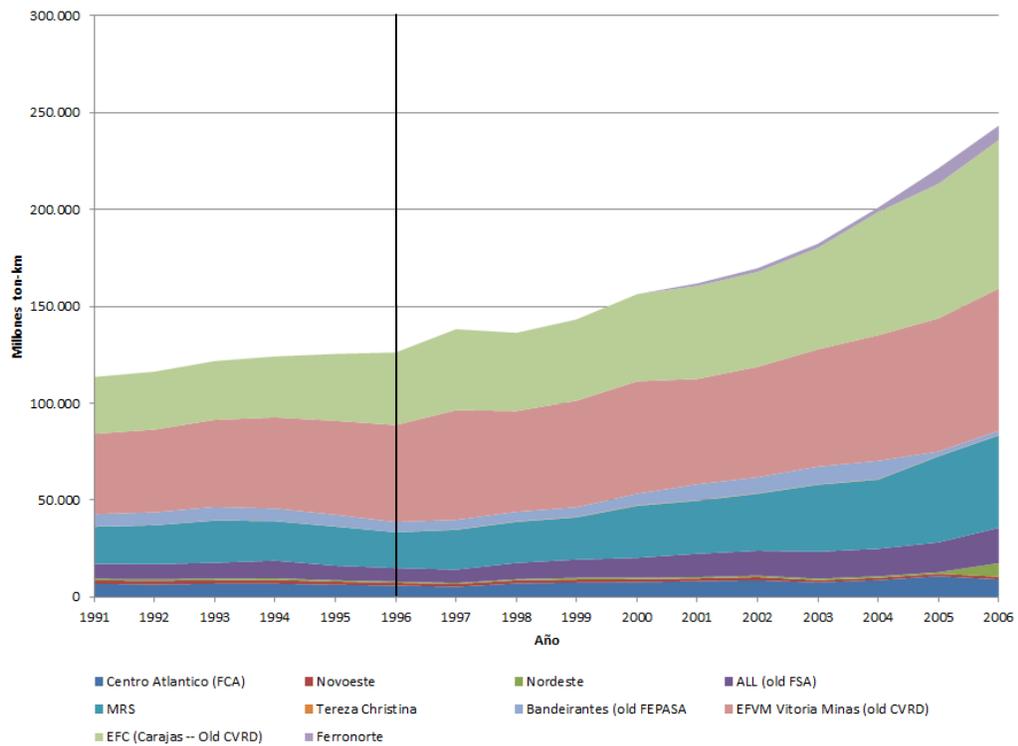
**Figura 33**  
**Evolución del transporte ferroviario de contenedores, 1997 – 2009 (TEUs)**



Fuente: ANTF (2010b)

De este gráfico se deduce que el transporte por contenedor aumentó 77 veces desde la desestatización del sistema. Se atribuye el crecimiento del transporte intermodal a cambios en el sistema tributario y al mejoramiento de las condiciones de acceso ferroviario a puertos.

**Figura 34**  
**Crecimiento del tráfico ferroviario brasileño desde las concesiones**



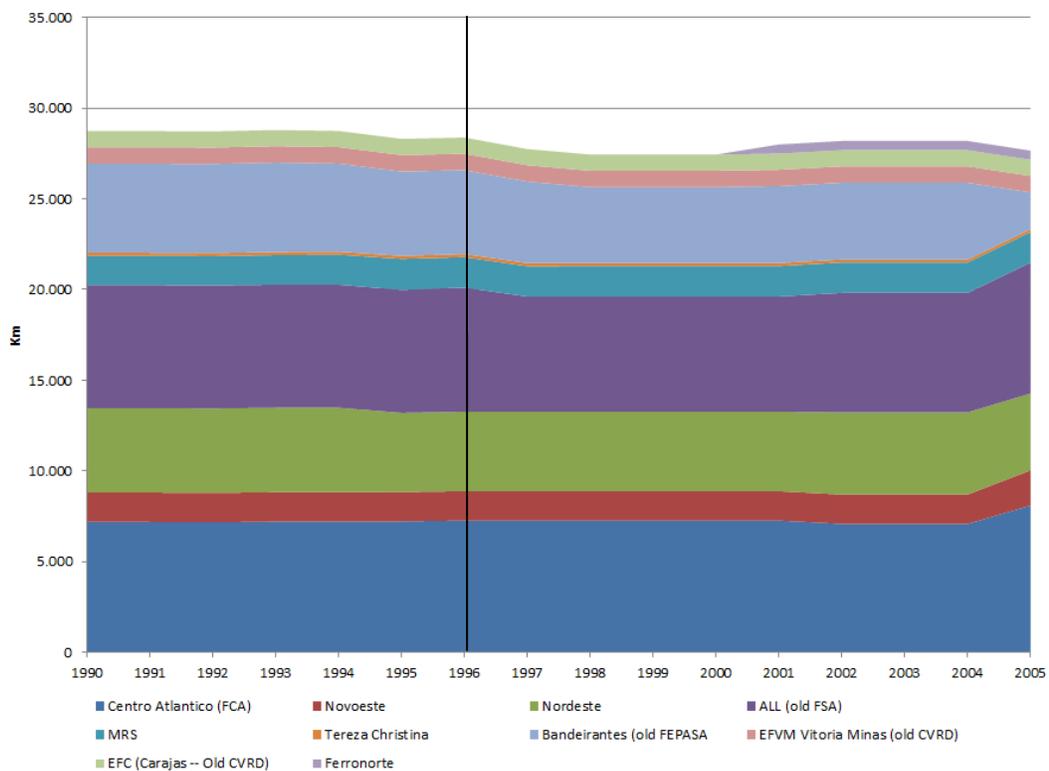
Fuente: Banco Mundial (2006)

En la Figura 34 se muestra la cantidad de carga transportada por los operadores privados más relevantes. Se observa que los operadores más importantes (EFC, EFVM, MRS y ALL) siguen siendo los más exitosos después de privatizadas. Este hecho sumado a que estos operadores van a la cabeza en cuanto a productividad laboral y rentabilidad, sugiere que estos operadores tienen más capacidad para tomar ventaja de las economías de escala en sus operaciones de transporte. Lo anterior promueve la existencia de fusiones y la creación de grandes operadores ferroviarios, proceso fuertemente instaurado en Brasil y que tiene un precedente en las fusiones ferroviarios en los Estados Unidos en los años '80 y '90 (Sharp R., 2005).

A pesar de las grandes ventajas mostradas por la privatización en cuanto a aumento de toneladas-kilómetro transportadas (93% promedio desde la privatización), los privados se han mostrado reacios a invertir en nueva infraestructura ferroviaria. Reconociendo esto, en mayo 2003 el Ministerio de Transportes anunció un plan de revitalización ferroviaria, cuyo fin era estimular el aumento de la inversión privada mediante modificaciones al marco regulatorio y reestructurando las concesiones de tal manera que se le permitía al gobierno realizar gastos paralelamente a la inversión privada con el fin de estimular las expansiones.

El aumento en la infraestructura no ha sido significativo después de la privatización ni del Plan de Revitalización Ferroviaria, como se observa en la Figura 35.

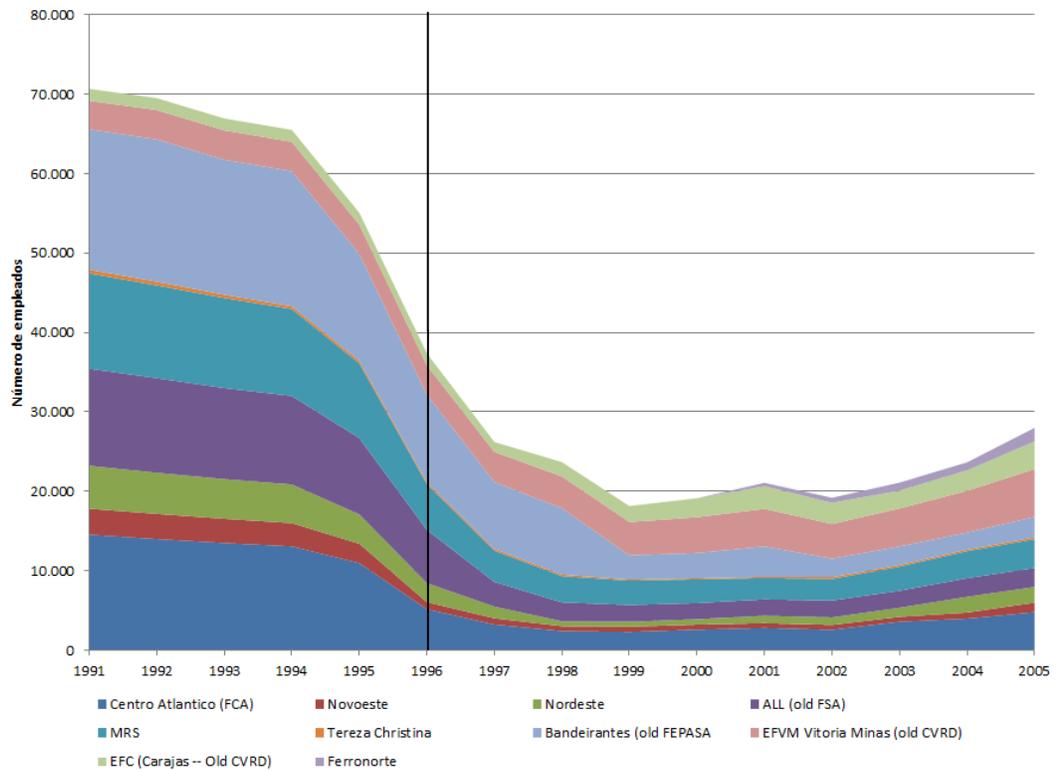
**Figura 35**  
**Infraestructura ferroviaria (kilómetros de línea) 1990-2005**



Fuente: Banco Mundial (2006)

Otro elemento asociado a la privatización que se puede mencionar es la disminución de empleos desde que se comenzó el proceso de concesiones. Aunque este proceso comienza definitivamente el año 1996, la reducción de empleos comenzó antes, pasando de 70.000 a 28.000 empleos entre los años 1991 y 2005. Lo anterior se observa en la Figura 36

**Figura 36**  
**Empleo en el área de carga 1990-2005**



Fuente: Banco Mundial (2006)

#### 4.4.3 Interoperabilidad e intermodalidad

En lo relativo a interoperatividad, se puede anticipar la existencia de problemas debido a la extensión de la red, a la multiplicidad de actores y a las diferencias de trocha, tal como se puede apreciar en el Cuadro 12 de la sección 4.4.1.

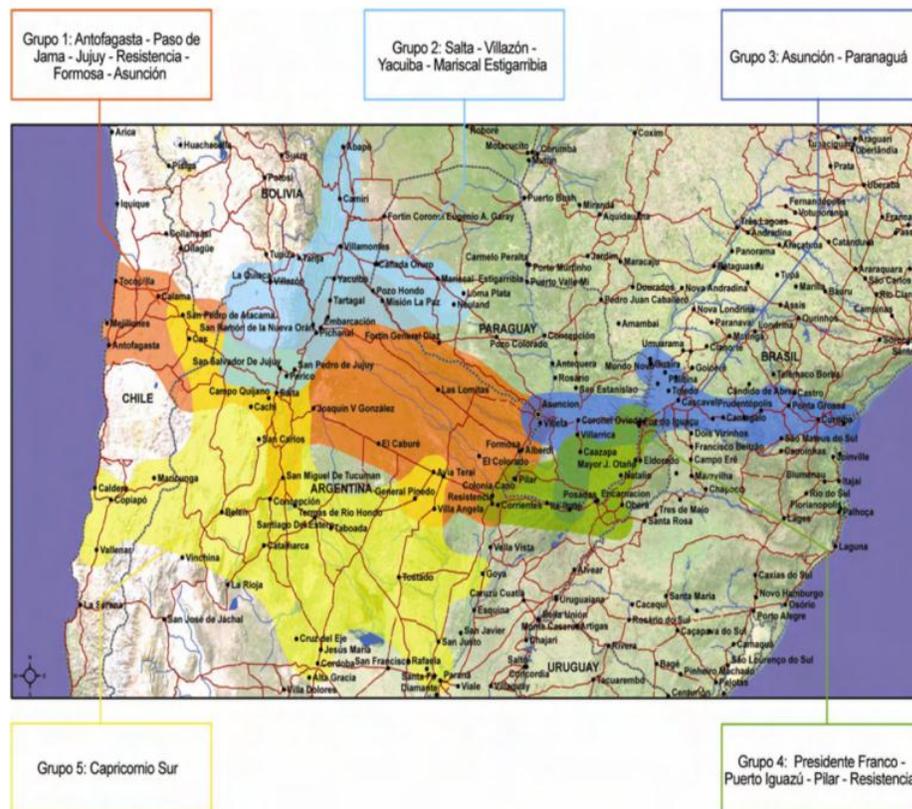
Uno de los problemas derivados del uso de trocha angosta es la baja disponibilidad en el mercado de locomotoras usadas, lo que obliga a importar locomotoras de trocha más ancha y adaptarlas a la trocha métrica (cerca del 80% de la red brasilera usa esa trocha), para lo cual los distintos operadores han establecido distintas estrategias (Gevert, 2005).

Entre los proyectos que se relacionan con la interoperatividad ferroviaria en Brasil, cabe mencionar a los pertenecientes a la IIRSA (Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana).

La Iniciativa surgió de la Reunión de Presidentes de América del Sur realizada en Agosto del año 2000 en la ciudad de Brasilia, en la que los mandatarios de la región acordaron realizar acciones conjuntas para impulsar el proceso de integración política, social y económica suramericana, incluyendo la modernización de la infraestructura regional y acciones específicas para estimular la integración y desarrollo de subregiones aisladas.

Uno de los principios orientadores de la iniciativa es el relacionado con los ejes de integración y desarrollo. Los ejes de integración son franjas multinacionales que concentran flujos de comercio actuales y potenciales, en las cuales se busca establecer un estándar mínimo común de calidad de servicios de infraestructura de transporte, energía y comunicaciones a fin de apoyar las actividades y cadenas productivas, con economías de escala a lo largo de estos ejes, bien sea para el consumo interno de la región o para la exportación. Entre los proyectos que tiene en carpeta la IIRSA, es importante destacar aquellos que se enfocan en la interoperatividad ferroviaria de carga. Al revisar los proyectos estos pertenecen a cuatro ejes de desarrollo distintos: Capricornio, la hidrovía Paraguay-Paraná, interoceánico central y Mercosur-Chile.

**Figura 37**  
**Eje de integración Capricornio**

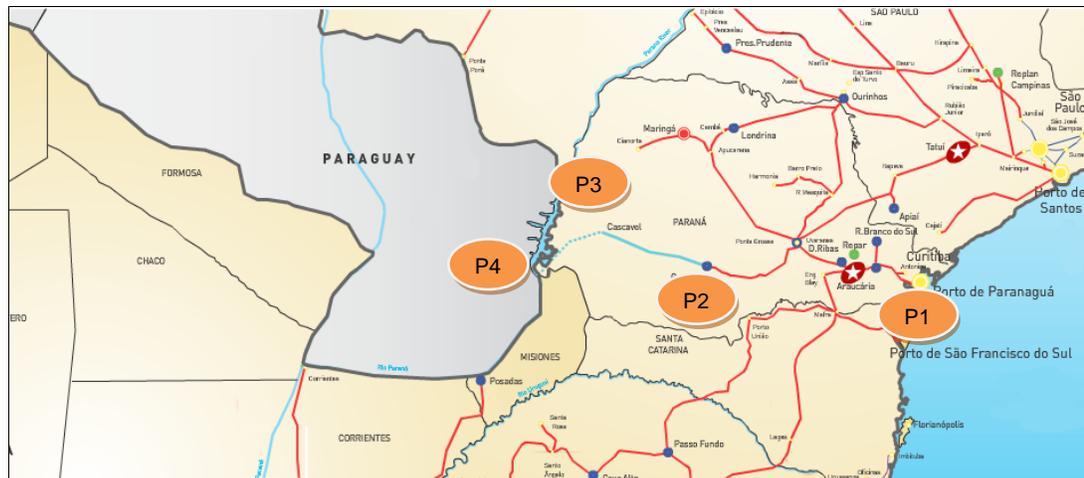


Fuente: IIRSA (2009)

La Figura 37 muestra en el mapa de Sudamérica el eje de Capricornio. Se puede ver que este se divide en cinco grupos según el criterio establecido por los mismos países que lo componen. En cuanto a Brasil, éste está presente en los grupos 3 (Asunción - Paraguaná) y 4 (Presidente Franco – Puerto Iguazú – Pilar – Resistencia).

Entre los proyectos IIRSA en cartera que tienen relación con la interoperatividad ferroviaria de carga se destaca el proyecto de “Construcción de la ferrovía Cascavel – Foz do Iguazú”, el cual comprende la construcción de vías férreas con el objetivo de dinamizar las relaciones comerciales entre Brasil, Paraguay, Argentina y Chile, a través de una ruta bioceánica integrada de transporte ferroviario de cargas, por donde las riquezas de la región sur del continente serían distribuidas internamente y no sólo al exterior. La solución que se propone es establecer una interconexión ferroviaria de trocha métrica desde el puerto de Paranaguá hasta el puerto de Antofagasta, en Chile, pasando por Paraguay y Argentina. Para efectos de ese emprendimiento, se torna necesario revitalizar, ampliar y/o construir trechos ferroviarios en la región, así como coordinar el marco jurídico-institucional entre los países involucrados como sus respectivos operadores ferroviarios. La interconexión resuelve indirectamente el problema de interoperatividad existente en la actualidad, ya que para trasladar carga entre los países involucrados es necesario atravesar diversos tipos de trochas distintos entre otros inconvenientes logísticos.

**Figura 38**  
**All Sur y Ferroeste (trcho Guarapuava – Cascavel), Paraná**



Fuente: ALL (2010)

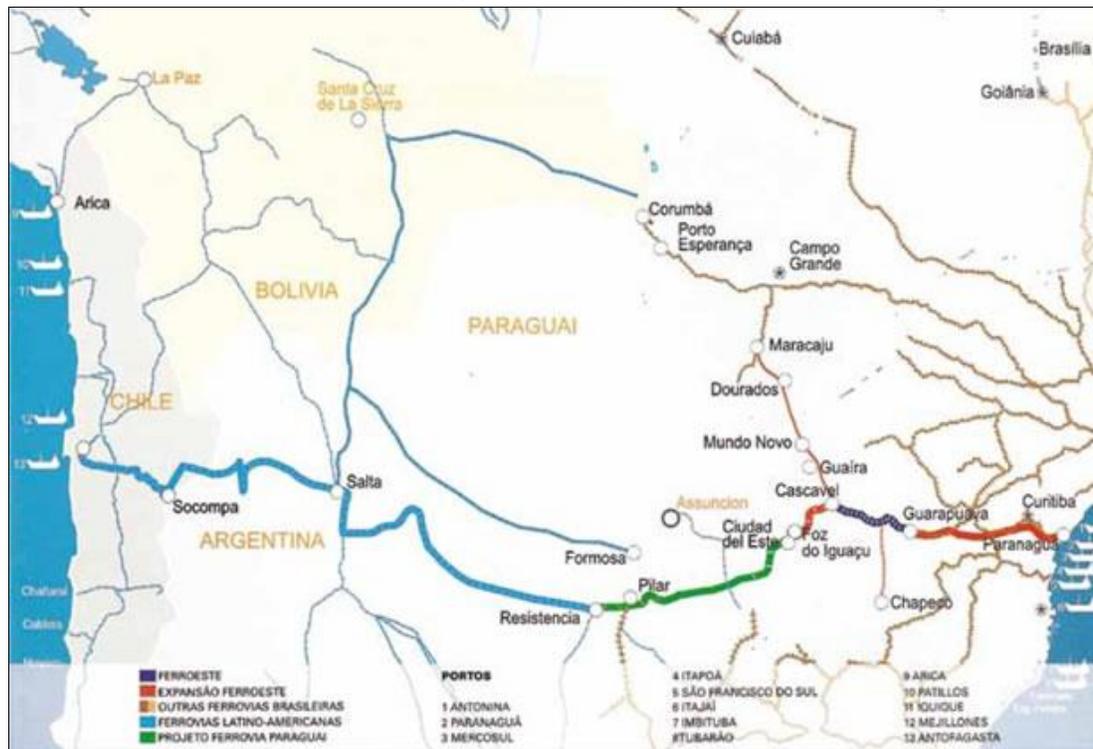
La Figura 38 muestra el detalle de la parte brasileña incluida en el corredor bioceánico. El primer tramo importante de analizar es el que se extiende entre el puerto de Paranaguá (P1) hasta Guarapuava (P2), donde opera actualmente la empresa ALL en su división malla sur. Este tramo se caracteriza por tener una extensión de 452 kilómetros y poseer trocha métrica. El siguiente tramo que completa la parte brasileña operativa en la actualidad, es el que se extiende entre Guarapuava y Cascavel (P3), aquí en la actualidad opera la empresa FERROESTE. Este tramo se caracteriza por tener una extensión de 248 kilómetros y tener trocha métrica. En resumen el tramo operativo en la actualidad está comprendido entre el puerto de Paranaguá y se extiende por 700 kilómetros hasta

Cascavel, se caracteriza por tener trocha métrica y ser operado por dos empresas distintas con interconexión en Guarapuava.

El tramo comprendido entre el P3 y P4 corresponde al proyecto “Construcción de la ferrovía Cascavel – Foz do Iguaçu”. Este proyecto de 170 kilómetros de extensión se encuentra en el marco del “Plan de expansión de FERROESTE 2008-2011” creara la interconexión de la parte brasileña del corredor bioceánico con la red paraguaya.

En la Figura 39 se observa la extensión total del corredor bioceánico. Destaca que además del tramo Cascavel – Foz do Iguaçu, se necesita la construcción del tramo paraguayo desde Foz do Iguaçu hasta Resistencia (Argentina) para completar la red necesaria para el corredor. El proyecto se encuentra en etapa de pre-factibilidad.

**Figura 39**  
**Corredor bioceánico (Brasil, Paraguay, Argentina, Chile)**



Fuente: Revista Contactos y agronegocios (<http://www.contactosyagronegocios.com>,2010)

En cuanto al estado actual del proyecto “Construcción de la ferrovía Cascavel – Foz do Iguaçu”, el gobierno brasileño solicitó a BNDES la realización de un estudio de viabilidad y ejecución. El estudio contempla entre otras cosas, análisis de alternativas de trazado para las vías ferroviarias, nuevas infraestructuras necesarias, integración con otras vías de transporte como carreteras, hidrovías y puertos, estudio de la intermodalidad como mecanismo facilitador de la integración, estudios del potencial de la demanda de transporte ferroviario de carga entre puertos brasileños y chilenos, además de estudios económicos y jurídicos-regulatorios para llevar a cabo la integración.

Además del proyecto anterior se contemplan otros necesarios en el marco del corredor bioceánico, como es el caso del proyecto “Puente ferroviario con patio de cargas (Ciudad del Este - do Iguazu)”.

La futura construcción del ramal ferroviario Cascavel-Foz do Iguazú de la empresa Ferroeste, posibilitará la llegada de una ferrovía de carga hasta la frontera Paraguay-Brasil y se presenta como una oportunidad para que el Paraguay transporte carga de granel sólida, líquida y contenedores a, o desde, destinos dentro del mercado brasilero o hasta puertos marítimos sobre el Océano Atlántico como por ejemplo el de Paranaguá, lo que reducirá sensiblemente los costos logísticos de exportación e importación. Se pretende construir un puente ferroviario sobre el río Paraná con un patio de cargas hacia el lado paraguayo, de tal forma que la carga paraguaya sea embarcada en su territorio. La solución que se propone, es la construcción de un puente ferroviario de trocha métrica con patio de cargas en la margen derecha del río Paraná (territorio paraguayo) con sistemas de almacenaje y carga de graneles sólidos, líquidos y contenedores.

El análisis de ámbito binacional (Brasil-Paraguay) se encuentra actualmente en fase de estudio.

#### **4.4.4 Comentarios**

En cierto sentido, el caso de Brasil guarda mayor cercanía con el caso nacional que los de EE.UU. y la UE pues, a pesar de tratarse de un país de un tamaño y volumen de carga notablemente más grande que Chile, comparten la condición de ser países que se encuentran en vías de desarrollo.

En el caso de Brasil, posiblemente el elemento más notable dice relación con su relativamente reciente proceso de concesión de la red ferroviaria, el cual ha tenido un importante éxito, medido como la evolución de la carga transportada por este modo. Al igual que Chile en la década de los '90, Brasil enfrenta hoy una situación en que la falta de infraestructura de transportes puede convertirse en un problema mayor para el crecimiento del país, pues las pérdidas de competitividad asociadas dañan la posición de las empresas brasileras respecto de las de sus competidores en el mercado global.

La fuerte reforma del sector ferroviario sin duda ha ayudado a paliar lo anterior, pero se reconoce una importante cantidad de desafíos a abordar, muchos de los cuales apuntan a la misma clase de problemática que se enfrenta actualmente en Chile, lo cual lo convierte en un caso muy interesante de seguir observando en su evolución.

## 5. Revisión normativa y legal

### 5.1 Definiciones previas:

En el mundo del transporte existen iniciativas que promueven la interoperabilidad de los sistemas ferroviarios. En España, por ejemplo, se ha dictado el Real Decreto 1434/ de 5 de Noviembre de 2010 sobre interoperabilidad del sistema ferroviario de la Red Ferroviaria de Interés General. El propósito de éste, tal como en él se indica es “propiciar la definición de un óptimo nivel de armonización técnica que permita”.....:

(a) Facilitar, mejorar y desarrollar los servicios de transporte ferroviario internacional, tanto entre España y el resto de los Estados miembros de la Unión Europea como con terceros países;

(b) Contribuir a la realización progresiva del mercado interior en el ámbito de los equipos y los servicios de construcción, renovación, rehabilitación y funcionamiento del sistema ferroviario en la U.E.;

(c) Contribuir a la interoperabilidad del sistema ferroviario en la U.E.

En España existe una Red Ferroviaria de Interés General que “*está integrada por las infraestructuras ferroviarias esenciales para garantizar un sistema común de transporte ferroviario en todo el territorio del Estado, o cuya administración conjunta sea necesaria para el correcto funcionamiento del sistema común de transporte, como las vinculadas a los itinerarios de tráfico internacional, las que enlacen las distintas comunidades y sus conexiones y accesos a los principales núcleos de población y de transporte o a instalaciones esenciales para la economía o la defensa nacional*”.

La Interoperabilidad se define como: “*la capacidad del sistema ferroviario para permitir la circulación segura e ininterrumpida de trenes que cumplen las prestaciones requeridas para estas líneas. Dicha capacidad dependerá del conjunto de condiciones reglamentarias, técnicas y operativas que deberán cumplirse para satisfacer los requisitos esenciales*”<sup>6</sup>;

Así, se regulan los requisitos técnicos que debe tener el sistema ferroviario en lo relativo a: infraestructura, energía, control-mando y señalización, explotación y gestión del tráfico, aplicaciones telemáticas, material rodante y mantenimiento.

Esa red de interés general podría verse representada en Chile por la red de EFE, vinculada a un concepto de carácter predominantemente patrimonial, más que funcional.

---

<sup>6</sup> Real Decreto 1434/ de 5 de Noviembre de 2010

## 5.2 Análisis de normativa ferroviaria nacional

A continuación se analiza la normativa ferroviaria nacional que contiene aspectos de interoperatividad.

### 5.2.1 Ley General de Ferrocarriles de 1931

Ley General de Ferrocarriles (LGF), dictada según Decreto Ley N° 342 de 13/marzo/1925, con texto refundido aprobado según D.S. N° 1157 de 13/julio/1931.

#### 5.2.1.1 Estructura de la Ley General de Ferrocarriles

TITULO I	Disposiciones Generales.
TITULO II	De las concesiones a particulares
TITULO III	Servidumbres originadas por vías férreas
TITULO IV	Gravámenes de las empresas (aplicables líneas pasajeros)
TITULO V	Explotación de los ferrocarriles (aplicables líneas pasajeros) <ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo I: Vías y material de explotación</li><li>• Capítulo II: Formación de los trenes - Itinerario</li><li>• Capítulo III: Transportes</li></ul>
TITULO VI	De la supevigilancia del Estado <ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo I: Del Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento</li></ul>
TITULO VII	Contribuciones ferroviarias
TITULO VIII	Disposiciones penales <ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo I Delitos o faltas contra la seguridad del tránsito en las vías férreas</li><li>• Capítulo II De las faltas cometidas por las Empresas</li></ul>
TITULO IX	Disposiciones diversas

#### 5.2.1.2 Ámbito de aplicación de la Ley General de Ferrocarriles

*“Artículo 1º.- La presente Ley se refiere a las vías férreas de toda naturaleza existentes a la fecha de su dictación, a las que se establezcan en el futuro y a sus relaciones con las demás vías de transporte terrestres, aéreas y por agua.”*

*“Con todo, sus disposiciones se aplicarán a los ferrocarriles particulares existentes en lo que no contrarién los derechos y obligaciones creados a las Empresas por las Leyes que hubiesen otorgado las concesiones; y a los Ferrocarriles explotados por el Estado en cuanto no sean incompatibles con los preceptos de las Leyes especiales que rigen su administración.”*

*“Los transportes en lagos y cursos de agua quedan sometidos al régimen de la presente Ley, cuando formen parte del sistema de comunicaciones atendido por las empresas concesionarias de vías férreas.”*

*“Las disposiciones contenidas en los Títulos IV y V, se aplicarán a las líneas que tengan por principal objeto el transporte de pasajeros, con las modificaciones que se señalen en un reglamento general para estas líneas vecinales, que dictará el Presidente de la República.”*

### 5.2.1.3 Excepciones:

- Vías de propiedad de EFE, regidas por el DFL 1 de 1993, a las que se aplica la LGF sólo en forma subsidiaria.
- Ferrocarriles particulares existentes a la fecha de dictación de la LGF, en lo que las disposiciones de la ley no contraríen los derechos y obligaciones creados a las Empresas por las Leyes que hubiesen otorgado las concesiones.
- Ferrocarriles privados de uso privado.

### 5.2.1.4 Supervigilancia del Estado

El Título VI, denominado “De la Supervigilancia del Estado”, Capítulo I, Del Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento. Indica:

*“Artículo. 98.- La inspección y supervigilancia de la construcción de ferrocarriles concedidos a particulares, y de la explotación de todas las vías férreas del país, será ejercida por el Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento.”*

Esta referencia debe entenderse hecha a Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

*“Artículo 100.- Corresponde al Departamento ejercer las atribuciones que le confiere la presente ley y particularmente”<sup>7</sup>:*

*“Velar por el cumplimiento de las leyes vigentes o que en adelante se dictaren, relativas a ferrocarriles, como asimismo de sus reglamentos” (Nº1 Artículo 100 LGF).*

*”Estudiar e intervenir en todas las cuestiones a que dé lugar la aplicación de dichas leyes y los reglamentos para su ejecución y proponer las modificaciones que la experiencia aconsejare”;* (Nº 2 artículo 100 LGF).

*“Intervenir en la entrega de nuevas líneas férreas al servicio público y autorizar esta entrega en los casos de ferrocarriles particulares” (Nº 6 artículo 100 LGF).*

*“Fijar las unidades técnicas de la vía y del material rodante para las distintas trochas; las nuevas construcciones y adquisiciones deberán sujetarse a estas normas de uniformidad, a fin de hacer posible el intercambio del tren rodante en las líneas de diferentes empresas” (Nº8 artículo 100 LGF).*

*“Hacer los estudios necesarios y proponer al Gobierno la construcción de obras complementarias que estime conveniente para el mejor servicio en cualquier ferrocarril” (Nº 11 Artículo 100 LGF).*

---

<sup>7</sup> Se han referido solo aquellas facultades más directamente relacionadas con la temática del punto desarrollado.

*“Formar un archivo completo de todos los antecedentes relativos a cada uno de los ferrocarriles del país y recopilar los datos e informaciones relativas a las vías de comunicación de los países limítrofes en cuanto puedan tener interés por su conexión con los ferrocarriles particulares existentes o que pudieren construirse en el futuro” (N° 21 Artículo 100 LGF).*

*“Dictaminar acerca de la influencia que puedan ejercer las nuevas líneas que se proyectan sobre ferrocarriles y otras vías de comunicación existentes y, en general, sobre todos los asuntos relativos a transportes que el Gobierno estime conveniente encomendarles” (N° 22 Artículo 100 LGF).*

*“Formar el plan general de las vías de comunicación del país, estudiar y proponer al Gobierno las medidas conducentes a su realización y supervigilar la ejecución de ellas” (N° 24 Artículo 100 LGF).*

También la LGF asigna funciones de inspección y supervigilancia al MTT en materia de Ferrocarriles. Le corresponde:

*“La inspección y supervigilancia de la construcción de ferrocarriles concedidos a particulares, y de la explotación de todas las vías férreas del país, será ejercida por el Departamento de Ferrocarriles” (Artículo 98 LGF). Así también le compete “Velar por el cumplimiento de las leyes vigentes o que en adelante se dictaren, relativas a ferrocarriles, como asimismo de sus reglamentos respectivos” (N° 2 del artículo 100 LGF). “Vigilar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en las leyes o decretos de concesión” (N°5º artículo 100 LGF)*

*“Artículo 101.- El Departamento se halla facultado para requerir de las empresas cuantos datos sean necesarios para habilitarlo en sus funciones y cumplir sus fines.”*

Es decir posee un conjunto de facultades normativas, fiscalizadoras e incluso sancionatorias, las que a pesar de su desuso están vigentes.

Otras importantes disposiciones, que resultan de interés analizar dicen relación con las normas contenidas en el Título IV, denominado “Gravámenes de las empresas”

*“Artículo 51.- Las empresas están igualmente obligadas:*

- a) A realizar el empalme de sus líneas con las de otros ferrocarriles existentes o que se construyan en el futuro”*

Dicha obligación requiere sin duda de un desarrollo normativo que regule las características técnicas de dichos empalmes. Adicionalmente dicha obligación es de carácter permanente toda vez que se refiere también a nuevas vías.

- b) “A compartir el uso de las estaciones de concurrencia de líneas, DEBIENDO fijarse de común acuerdo el precio y demás condiciones del uso común;”*

- c) *“A celebrar con las empresas de dichos ferrocarriles convenios para la ejecución de transportes en común, mediante el tránsito del material rodante de una empresa en la línea de la otra;”*
- d) *“A establecer el servicio de tránsito para el transporte de pasajeros y de carga por medio de boletos directos, de tarifas directas y de itinerarios combinados;”*
- e) *“A proporcionar los elementos de explotación y artículos de consumo de que se disponga y al precio que de común acuerdo se halla establecido a las empresas que extiendan el recorrido de sus trenes en líneas ajenas;”*
- f) *“A permitir las instalaciones que dichas empresas requieran en las estaciones de concurrencia para facilidad del servicio, en condiciones convenidas de antemano; y”*
- g) *“A ejecutar las obras complementarias que exija el Departamento con o sin ayuda de éste.”*

Por todo lo antes expuesto se puede concluir que las atribuciones y deberes que entrega la Ley General de Ferrocarriles dan al MTT un marco para ejercer control sobre los aspectos de la operación ferroviaria, y que dichas funciones se deberían desempeñar por intermedio de la actual Subsecretaría de Transportes.

Por otra parte, el DFL 1 de 1993 señala otras atribuciones al MTT relacionadas con la Empresa de los Ferrocarriles del Estado:

- La elaboración y estudio de una política ferroviaria, conforme lo indica el artículo 3º del DFL N°1 de 1993, que indica *“La Empresa suministrará al Gobierno todos los datos e informes estadísticos relativos a la explotación y administración que puedan requerirse para el constante estudio de la política ferroviaria y de transporte”*.
- La aprobación de los planes Trienales de Desarrollo de EFE: *“La Empresa deberá formular planes trienales de desarrollo. En caso que el plan formulado requiera, en todo o parte, de financiamiento fiscal, deberá ser presentado al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones para su aprobación, la que deberá prestarse mediante Decreto Supremo de este Ministerio, el cual llevará la firma del Ministro de Hacienda. En este decreto se definirán las obligaciones que Gobierno y Empresa contraen recíprocamente. El Ministerio deberá aprobar, modificar o rechazar el plan dentro de los sesenta días siguientes a la fecha de su presentación.”* (artículo 47 DFL N°1).

### **5.3 Desarrollo de la interoperatividad**

La red ferroviaria chilena, separada en dos grandes zonas de diferente trocha, se articula a partir de una línea central Norte Sur de la cual salen ramales hacia los Andes y el Pacífico. En ningún sector hay propiamente una red que permita recorridos alternativos.

En la zona norte, el sistema está formado por dos ferrocarriles privados de servicio público, Ferronor y el FCAB. Ambos tienen la misma trocha (1.000 mm) y tienen un intercambio operacional limitado, de acuerdo con sus intereses.

Otros ejemplos de interoperatividad en la zona norte se han registrado:

- En el tramo El Melón – La Calera, de propiedad de Ferronor y anteriormente de EFE, donde circulan los trenes de Cemento Melón provenientes de la mina El Navío.
- En el tramo La Serena – Coquimbo, donde circulan los trenes de Romeral, pagando peaje mientras el tramo fue de propiedad de EFE. Posteriormente EFE vendió a CAP el tramo y actualmente son los trenes de Ferronor los que pagarían peaje a CAP si tuvieran necesidad de circular por esta vía.
- En el tramo Diego de Almagro - Chañaral, donde circulaban los trenes de la División Salvador de Codelco provenientes de Potrerillos (actualmente Ferronor efectúa el servicio de trenes de la División).
- En el tramo Maitencillo – Empalme CAP (ramal a Huasco), donde circulaban los trenes de CMP pagando peaje mientras el tramo fue de propiedad de EFE. Posteriormente EFE vendió a CAP el tramo y los trenes de CMP circularon sólo por vías propias.
- En los tramos Los Colorados – Km 765 y Maitencillo – Planta de Pellets, de propiedad de CMP, donde circulan los trenes de Ferronor provenientes de la mina Los Colorados y en el tramo Algarrobo – Planta de Pellets, de propiedad de CMP, donde circulan los trenes de Ferronor provenientes de la mina El Algarrobo. En ambos casos se trata de transportes de CMP que Ferronor efectúa como contratista y no hay propiamente una interoperabilidad porque estos trenes son los únicos que circulan por estas vías.

Esta interoperatividad se ha desarrollado en forma espontánea, sin necesidad de intervención de la autoridad. Por demás, deberá analizarse el alcance efectivo de las obligaciones establecidas en el artículo 51 de la LGF, tanto en Ferronor como en el FCAB. El primero, por su origen en la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, que está regida por una legislación separada (actualmente el DFL 1 de 1993) y el FCAB, de establecimiento anterior a la dictación de la LGF.

En la red de EFE se encuentra más desarrollado el concepto de interoperatividad en una red de uso público. Aparentemente esto fue previsto por el legislador, ya que en la parte final del inciso 4° del artículo 2° del DFL N°1, se señala que: “...de igual modo, en todo contrato, concesión o aporte que implique dar uso exclusivo de la línea férrea, en todo o parte, será condición esencial del contrato, o de la concesión, o del aporte a la sociedad, que se permita a terceros el uso de la vía, sobre la base de un sistema tarifario igualitario y no discriminatorio”.

El sistema de EFE, de una trocha homogénea (1.676 mm) tiene actualmente dos operadores de carga (Fepasa, Transap) ya que la legislación le permite operadores múltiples, en la medida en que se permita a terceros el uso de la vía en iguales condiciones. Desde el punto de vista legal, la coexistencia de diferentes operadores

en la red de EFE no presenta problemas; sin embargo, con el aumento del tráfico ferroviario se producen conflictos principalmente con los trenes de pasajeros por el acceso a los canales de circulación, los que deberían resolverse por vía normativa.

## 5.4 Transporte multimodal

Según la Convención de las Naciones Unidas sobre Transporte Internacional Multimodal de Mercancías, el Transporte Multimodal se define como: "El transporte de mercancías utilizando, al menos dos modos de transporte diferentes, cubierto por un contrato de transporte multimodal, desde un sitio en un país donde el operador de transporte multimodal se encarga de ellas, hasta un sitio designado para entrega, situado en un país diferente".

La singularidad del Transporte Multimodal es que el generador de la carga o expedidor, hace un solo contrato con un operador de transporte que asume la responsabilidad tanto de la coordinación de toda la cadena entre el origen y el destino de la mercancías, así como de los eventos que pudieran presentarse a la carga y la responsabilidad civil respecto de terceros y sus bienes.

### 5.4.1 Principales regulaciones regionales

En América del Sur existen adaptaciones al Convenio de la UNCTAD:

- Decisión 15 del MERCOSUR, que aprobó el Acuerdo de facilitación para el Transporte Multimodal, en el año 1994.
- Comunidad Andina de Naciones, decisión N°331 del Acuerdo de Cartagena, relativa al régimen jurídico comunitario de transporte multimodal de mercancías en el año 1993, y decisión N° 393 del año 1996 y
- La Conferencia de Ministros de Transporte, Comunicaciones y Obras Públicas de América del sur, aprobaron en el año 1996 el Acuerdo Internacional de Transporte de América del Sur.

En el plano internacional rigen los INCOTERMS (o términos internacionales de Comercio), que establecen reglas internacionales que permiten interpretar y solucionar los problemas derivados de un conocimiento impreciso de las prácticas comerciales utilizadas en los países del comprador y vendedor, según las Reglas Oficiales de la Cámara de Comercio Internacional (CCI). Estos términos tienen como propósito establecer un lenguaje estandarizado que pueda ser utilizado por los compradores y vendedores que participan en negocios internacionales.

### 5.4.2 Normativa interna del transporte multimodal

El transporte multimodal está regido por los artículos 1041<sup>8</sup> y siguientes del Código de Comercio, encontrándose pendiente la dictación del Reglamento que crea el

---

<sup>8</sup> Transporte multimodal de mercancías Art. 1041. Para los efectos de este párrafo, se entiende por: 1. Transporte multimodal, el porteo de mercancías por a lo menos dos modos diferentes de transporte, desde un lugar en que el operador de transporte multimodal toma las mercancías bajo su custodia hasta otro lugar designado para su entrega.

Registro de Operadores Multimodales. Sin ese registro no pueden existir, de acuerdo a la ley chilena, operadores de transporte multimodal (OTM).

La multimodalidad busca la optimización de la integración de diversos modos, generalmente vinculado a la unitización de la carga como es el caso de los contenedores. Esta actividad debe ser orientada a generar valor, no se trata de un mero trasbordo. Sin duda que la multimodalidad va de la mano de la interoperabilidad técnica, operativa, física y normativa. También implica un adecuado soporte logístico, tanto físico como sistemas de información, que pueden verse fuertemente complementados con ITS (sistemas inteligentes de transportes).

## **5.5 Accesibilidad**

### **5.5.1 General**

Se ha señalado en capítulos anteriores que uno de los problemas importantes en el desarrollo del transporte ferroviario es la dificultad para acceder a los orígenes o destino de las cargas. Esto se ha resuelto mediante sistemas de transporte intermodal, pero estos sistemas usualmente producen mayores costos tanto privados como sociales.

Por otra parte, se ha señalado que no está previsto un mecanismo legal que salvaguarde los intereses económicos de los privados en el caso de sus inversiones en infraestructura ferroviaria, lo que se traduce en que estas inversiones no se realizan o se producen solamente en proyectos de muy elevada rentabilidad.

En aquellos casos en que las inversiones en infraestructura ferroviaria producen beneficios sociales, pero no son viables desde el punto de vista privado, no se cuenta con mecanismos efectivos que permitan involucrar a las inversiones privadas.

Sobre el particular resulta importante la identificación de mecanismos de asociación público-privada a efectos de desarrollar proyectos ferroviarios.

### **5.5.2 Intentos de aplicación de concesiones ferroviarias, ley de concesiones de obras públicas:**

- a) Convenio de mandato, Empresa de Ferrocarriles del Estado y Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones a Ministerio de Obras Públicas Junio 2000. (Melitren).

En virtud de dicho convenio se posibilitaba la aplicación de la ley de Concesiones del MOP a un proyecto en la red de EFE, por el cual la Empresa de Ferrocarriles del Estado a quién corresponde otorgar concesiones en los servicios de transporte sometidos a su administración como, asimismo, en los terrenos que le sean destinados, otorgó un mandato al MOP para el desarrollo y concesionamiento del proyecto. Por su parte al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones le corresponde, en virtud del Decreto Ley N° 557 del 10 de Julio de 1974, cumplir las funciones y ejercer las atribuciones contenidas en la

Ley General de Ferrocarriles cuyo texto fue aprobado por el Decreto N° 1157 de 13 de julio de 1931.

- b) Ferrocarril TRASANDINO CENTRAL: Licitado por Ley de Concesiones de Obras Públicas contenida en el DS MOP N°900 de 1996, Septiembre 2006.

Conforme a las respectivas bases de licitación, la legislación aplicable a dicho proyecto, eran las Bases de Licitación mismas, la Ley de Concesiones de Obras Públicas contenida en el Decreto Supremo MOP N°900 de 1996, que fijó el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley MOP N°164 de 1991, el Reglamento de la Ley de Concesiones aprobado por Decreto Supremo MOP N° 956 de 1997, el Decreto con Fuerza de Ley de Obras Públicas N°850 de 1997 que fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N°15.840 de 1964, Orgánica del Ministerio de Obras Públicas y del DFL. N°206 de 1960, Ley de Caminos, y la Ley General de Ferrocarriles.

Se le exigía cumplir normas técnicas y de seguridad de EFE.

Por su parte existía una Oferta Contrato de Uso Vía Férrea, Sector Los Andes – Río Blanco. Con el objeto de definir las condiciones de acceso a la Vía Férrea de EFE, sector Los Andes – Río Blanco. Debiendo el concesionario ejercer la Opción de Acceso a Vía Férrea Sector Los Andes – Río Blanco, en el plazo máximo de 6 meses contados desde el inicio del plazo de la concesión.

En dicha concesión se declaraba que las obras y servicios que forman parte de este contrato de concesión, se realizarán a entero riesgo, cargo, costo y responsabilidad del concesionario, incumbiéndole hacer frente a cuanto desembolso fuere necesario hasta la total terminación de la obra y por lo tanto el Estado de Chile no otorga garantía ni subsidio alguno en relación a dichas obras y servicios. Asimismo, el Estado de Chile no otorga garantías por el tráfico de carga nacional e internacional.

Este proyecto se analiza más adelante en mayor detalle.

### **5.5.3 Modalidad de ejecución de proyectos ferroviarios a la luz del DFL N°1.**

El artículo 2° inciso 2° del referido cuerpo legal, establece o autoriza dos modalidades para el cumplimiento de su objeto social.

La primera modalidad, de ejecución directa, corresponde a las actividades que realice la empresa, por sí misma, sin participación de terceros. Esta ha sido la forma tradicional y única autorizada hasta antes de la dictación de la actual ley de EFE.

La segunda modalidad, de ejecución indirecta, es una modalidad que introduce el DFL N°1, en el marco del impulso de asociaciones público privadas, en la inversión y operación.

#### Formas jurídicas para el cumplimiento indirecto del objeto ferroviario.

De acuerdo a ellas, ley orgánica vigente autoriza a EFE para cumplir su objeto social directamente o por medio de contratos u otorgamiento de concesiones o

mediante la constitución, con personas naturales o jurídicas, chilenas o extranjeras, de sociedades anónimas.

Más aún, de modo imperativo, se señala que los servicios de transporte complementarios sólo podrán prestarse por medio de contratos, concesiones o sociedades pactadas con terceros.

De manera que, a su vez, la modalidad de ejecución indirecta del objeto social de EFE admite tres formas:

- La primera es la celebración de contratos con privados.
- La segunda corresponde al otorgamiento de concesiones a privados, y
- La tercera es la constitución de sociedades anónimas con personas naturales o jurídicas, chilenas o extranjeras.

Las concesiones, contratos y sociedades de EFE, se rigen por el derecho privado. El artículo 2º, en su inciso 5º, señala que: *“Los actos y contratos que realice la Empresa en el desarrollo de su giro, se regirán exclusivamente por las normas de derecho privado, en todo aquello que no sea contrario a las normas del presente decreto con fuerza de ley”*.

En lo particular, referido a las sociedades en que EFE participe, la regulación por la normativa del Derecho Privado, se ratifica y precisa aún más, pues el inciso 2º del artículo 2º ya citado, dispone que las sociedades que se constituyan, *“para todos los efectos legales posteriores a su constitución se regirán por las normas aplicables a las sociedades anónimas abiertas”*.

El inciso 3º del mismo artículo 2º, imperativa e ineludiblemente, dispone que la participación de terceros en concesiones que EFE otorgue y en las sociedades que para este efecto forme la Empresa, deberá realizarse mediante licitaciones públicas, con la única salvedad expresa de que se trate de servicios menores.

Además, en ambos casos, las bases de la licitación deben ser acordadas por el directorio, por disposición directa del artículo 16 letra d), según el cual, dicho organismo debe aprobar expresamente el texto de los contratos de concesión y los estatutos de las sociedades que acuerde constituir, en cada caso.

Cabe señalar que, interpretando estas disposiciones, debe entenderse que esta obligación de la licitación pública no se aplica en general a los contratos de otro tipo que celebre EFE y, muy en especial, a los de arrendamiento u otros, ya que no están afectos a la prohibición antes señalada y en cuanto no constituyan actos de enajenación, no requieren de licitación o subasta pública, sino sólo de acuerdo previo del Directorio.

En la parte final del mismo inciso 4º del artículo 2º en comento, se señala que:

*“...de igual modo, en todo contrato, concesión o aporte que implique dar uso exclusivo de la línea férrea, en todo o parte, será condición esencial del contrato, o*

*de la concesión, o del aporte a la sociedad, que se permita a terceros el uso de la vía, sobre la base de un sistema tarifario igualitario y no discriminatorio”.*

Por ello, en los contratos y concesiones de EFE, así como en las sociedades en que ésta participe es legalmente necesario incluir esta cláusula, que se encuentra especialmente revestida del carácter de esencial en dichos contratos por la ley.

**Regulación de acceso.** Esta norma indica que EFE, en sus contratos, concesiones y sociedades que integre, debe salvaguardar que se permita el acceso indiscriminado e igualitario a todos los servicios de transporte que regulan o prestan, a toda persona que los requiera, siempre que dicho usuario pague las tarifas vigentes y cumpla las disposiciones que regulan dicho acceso, también establecidas de modo igualitario y no discriminatorio.

#### **5.5.4 Normas de Regulación de concesiones particulares al amparo de la LGF:**

La ley General de Ferrocarriles posee como uno de sus objetivos el permitir o regular la actividad del transporte público por medio de ferrocarriles sobre vías propias, efectuada por privados. La concesión por una parte autoriza al particular a construir su propia línea férrea, facultándolo para la posterior explotación de dicha línea con la movilización de trenes para pasajeros y carga, según sea el caso. La Ley General de Ferrocarriles no otorga Concesiones a particulares para explotar el “negocio ferroviario” sobre líneas existentes, públicas o privadas. El factor relevante eje y fundamento del concesionamiento es “la construcción”, vinculado al tema del desarrollo de las redes. Se distingue y regula el procedimiento de concesiones para el establecimiento de nuevas vías férreas destinadas al servicio público, o de ramales y otras vías de uso privado.

#### **5.5.5 Otorgamiento de Subsidios a actividades ferroviarias**

La Constitución Política de la Republica establece el principio de *igualdad ante la ley* y asegura que ni la ley ni autoridad alguna podrán hacer *diferencias arbitrarias* (artículo 19 N° 2); además, garantiza expresamente *la no discriminación arbitraria en el trato que deben dar el Estado y sus organismos en materia económica* y que solo en virtud de una ley, y siempre que no signifique tal discriminación, se podrán autorizar determinados beneficios directos o indirectos a favor de algún sector, *actividad zona geográfica, o establecer gravámenes especiales que afecten a uno u otras.*

Lo anterior significa que el Estado puede otorgar subsidios, los que pueden definirse como prestaciones en dinero que éste entrega a otros entes, privados o públicos, sin contraprestación o devolución, con el objeto de cumplir con fines de interés público, siempre que éstos estén contemplados en una ley y que no sean arbitrarios. Lo arbitrario, como se sabe, es lo que carece de fundamento racional y que se efectúa por sólo capricho y voluntad.

Así por lo demás lo ha declarado el Tribunal Constitucional que es precisamente el órgano encargado de ejercer el control de la constitucionalidad de las leyes. En cuanto a la justificación o racionalidad de cada determinado subsidio que se establezca, habrá que estarse necesariamente al examen que se haga en cada caso concreto y se fundamentará en cuestiones tales como la búsqueda de la

eficiencia global, la equidad social, la seguridad, el medio ambiente, el patrimonio o la cultura, la integración regional o la calidad del sistema de transporte interurbano. Lo mismo, deberá determinarse en cada caso el tipo de subsidio de que se trate (a la demanda, a la oferta, a una empresa en particular o una unidad de negocio de la misma, si puede o no ser transferido o licitado, etc.) y los mecanismos de administración y control del mismo.

Respecto de la posibilidad de la titularidad de EFE de un subsidio, conforme a su Ley Orgánica de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (DFL N° 1, de 1993, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones) hace referencia a dos situaciones distintas:

- a) En primer lugar, el artículo 32° establece que La Empresa no podrá obtener financiamientos, créditos, aportes, subsidios, fianzas o garantías del Estado o de cualquiera de sus organismos, entidades o empresas, sino en los casos en que ello fuere posible para el sector privado y en iguales condiciones. (Se exceptúan de esta prohibición los aportes y garantías a que se refiere la letra b) siguiente y la renovación de los avales, fianzas y garantías otorgados con anterioridad a su publicación, en 1993).

Lo anterior significa que si bien EFE no puede recibir subsidios directos, resulta posible concluir, a contrario sensu, que la Empresa sí se encuentra jurídicamente habilitada para obtener tales financiamientos a través de procedimientos competitivos mediante los diversos mecanismos concursables disponibles, sin necesidad de otra autorización previa. Tal es el caso del subsidio para el ramal Talca-Constitución, al que debe concursar periódicamente.

- b) En segundo lugar, el artículo 47 establece que la Empresa deberá formular planes trienales de desarrollo y en el caso que el plan formulado requiera, en todo o parte, de financiamiento fiscal, éste deberá ser presentado al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones para su aprobación. Al momento de aprobarse dicho financiamiento, se definirán también las obligaciones que Gobierno y Empresa contraen recíprocamente.

Sin embargo, la misma disposición establece que dichos recursos podrán destinarse sólo y exclusivamente a: *“compensar los subsidios explícitos o implícitos que perciban otros modos de transporte terrestre; financiar inversiones en infraestructuras y equipos, y solventar el endeudamiento de arrastre vigente al publicarse la ley.”* (1993)

Con todo, a pesar del carácter tan categórico de esa disposición, hay que advertir desde ya que por tratarse de una norma de rango meramente legal, puede ser dejada sin efecto en cualquier momento por otra norma de similar carácter; es decir, por otra ley.

Dicha nueva norma podría tener un carácter permanente y general, (como si se incorporara una autorización genérica a la Ley Orgánica de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado) o sólo un carácter transitorio y específico (como si se estableciera por una vez en la Ley de Presupuestos de un determinado año). En

ambos casos se trataría a nuestro juicio de una ley simple que no requeriría quórum especial: en efecto, si se tratara de una norma de carácter permanente se enmarcaría dentro de la autorización legal que ya tiene la Empresa para desarrollar sus actividades económicas; y si se tratara de la Ley de Presupuestos, sabemos que esta es una ley cuya aprobación no requiere quórum especial.

En definitiva, y en la medida que tal subsidio no sea arbitrario o lo que es lo mismo, que tenga un fundamento racional, lo que como ya se ha dicho, finalmente calificará de manera inapelable el Tribunal Constitucional.

#### **5.5.6 Incentivos tributarios para los concesionarios de la Ley General de Ferrocarriles.**

La Ley General de Ferrocarriles establece una serie de incentivos económicos al inversionista, como por ejemplo, la devolución de derechos de aduana por maquinaria y equipo y la exención de pago de impuesto a la renta de primera categoría.

Así el Artículo 12º de la LGF indica: *“Se devolverán al concesionario los derechos de aduana que hubiere pagado por las maquinarias, equipo y materiales internados para construcción y explotación del ferrocarril durante los primeros cinco años de vigencia de la concesión.”*

*“Esta devolución de derechos no podrá aplicarse sino con relación a los artículos que, a juicio del Departamento, no pudieran substituirse por otros de producción nacional, y en las cantidades que determine el Presidente de la República a propuesta del mismo Departamento.”*

Por su parte el artículo 13 de la LGF señala que *“Durante los diez primeros años de vigencia de la concesión las vías férreas que se construyan después de promulgada la presente ley estarán exentas del impuesto a la renta correspondiente a la primera categoría”.*

#### **5.5.7 Otros incentivos contenidos en la LGF**

El derecho preferente a construir las obras necesarias para conectar los establecimientos industriales al servicio que otorga la línea férrea cuya explotación le ha sido concedida a la empresa, se encuentra contenido en el artículo 15: *“Los ramales establecidos industrialmente de cualquier naturaleza podrán ser construidos preferentemente por la empresa del ferrocarril con el cual se conecten, como obras complementarias del primer establecimiento.”*

En subsidio, podrán ser concedidos directamente a los interesados y, en tal caso, se crea en favor de estos el derecho de poseer trenes propios y el de hacerlos circular por las vías de los ferrocarriles empalmados, de acuerdo con lo establecido en el artículo 51, y de manera que el tránsito de los trenes de los diversos concesionarios se efectúe en las condiciones de máxima eficiencia.

### 5.5.8 Seguridad en el diseño

Las consideraciones sobre seguridad en el diseño fueron planteadas en el texto, con referencias al manual REDEFE y a los manuales de AREMA y AAR. El diseño debe tener en cuenta además las normas legales antes analizadas; la Ley General de Ferrocarriles, la Ley del Tránsito, la Ley del Medio Ambiente y sus respectivos Reglamentos.

El sistema ferroviario chileno se rige básicamente por las normas norteamericanas. Esto es igualmente válido para la infraestructura y para la mayor parte de los equipos rodantes. Sin embargo, en el último tiempo se ha introducido rieles europeos de reemplazo que no son compatibles con los perfiles norteamericanos que forman prácticamente la totalidad en las vías férreas del país.

En relación con la infraestructura, es necesario considerar las diversas disposiciones legales y reglamentarias:

- En la Ley General de Ferrocarriles hay disposiciones relacionadas con la seguridad en los artículos 29, 33, 34, 35, 36, 42, 58 y otros.
- En la Ley del Tránsito están las disposiciones relativas a los cruces a nivel.
- En la Ley del Medio Ambiente están las disposiciones relativas a los estudio de impacto ambiental EIA y DIA. Esto afecta tanto al diseño como a las obras de construcción, aunque su relación con la seguridad no es directa.
- El Manual de Carreteras incluye algunas disposiciones relacionadas con los gálibos y las que rigen el diseño de los caminos en los cruces a nivel.
- El Manual REDEFE incluye una serie de recomendaciones para el adecuado diseño de la infraestructura en sus secciones 1, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.
- El Manual de AREMA se refiere solamente a la infraestructura y es el referente básico para el diseño de ésta en Chile. Debe tenerse presente que prácticamente la totalidad de la red ferroviaria chilena está construida con perfiles de riel y estándares norteamericanos. La introducción de estándares diferentes tiene, entre otros factores, implicancias en la seguridad, por la compatibilidad de los perfiles rueda-riel, la dureza relativa entre estos dos elementos y otros factores.
- Las Normas Técnicas de EFE contienen también aspectos relacionados con el diseño de la infraestructura, en particular las relacionadas con los componentes de la vía férrea, la construcción de la vía, el diseño de puentes y túneles y otras.
- En el diseño de vías en túneles debe tenerse en cuenta la norma NFPA 130 de la *National Fire Protection Association* de Estados Unidos.

En lo que se refiere a los equipos rodantes, debe considerarse:

- La Ley General de Ferrocarriles establece que puede revisar los equipos en forma previa a su puesta en servicio.

- Las normas del INN sobre la construcción de los estanques y carros para el transporte de materiales peligrosos. Estas normas están a su vez referidas a las BOE-6000 de la *Federal Railroad Administration* de los Estados Unidos.
- Las Normas de Seguridad y Normas Técnicas sobre el diseño y equipamiento del equipo rodante de EFE. Estas normas no tienen carácter obligatorio, pero pueden ser utilizadas como referencia.
- El Manual AAR, particularmente para los carros de carga.
- Las normas europeas UIC, que deberían ser consideradas al momento de adquirir o encargar la construcción o rehabilitación de equipos de pasajeros.
- Análisis de la Seguridad en el Transporte Ferroviario 44
- Respecto de los sistemas de señalización y control de tráfico, que son la base de la seguridad de la operación ferroviaria, hay dos grupos de tecnologías, la norteamericana y la europea. Pese a que los conceptos básicos de ambos grupos son los mismos –la circulación segura de los trenes– las tecnologías son diferentes, aunque en el último tiempo se advierte una clara convergencia.
- Los sistemas norteamericanos se rigen por los conceptos del llamado Advanced Train Control System ATCS, y se clasifican en 5 niveles de seguridad creciente.
- Los sistemas europeos se rigen por los conceptos del llamado European Train Control System ETCS, y se clasifican en 4 niveles de seguridad creciente. El ETCS se desarrolla dentro de la iniciativa ERTMS (European Rail Traffic Management System) que tiene por objeto uniformar los sistemas ferroviarios europeos.
- Un Manual de Seguridad debería analizar ambos grupos de sistemas y recomendar los niveles de seguridad adecuados para los diferentes volúmenes de tráfico. Asimismo, debería procurar la uniformidad conceptual de los sistemas de señalización. En las líneas de baja densidad de tráfico se utiliza el sistema denominado AUV (Autorización de Uso de Vía) basado en comunicación radial, y que corresponde al Nivel 1 ATCS. Cuando este sistema está basado en control computacional, es bastante seguro, aunque la movilización de los trenes es menos fluida que con los sistemas automáticos. Este sistema, que corresponde al nivel más básico de seguridad, debería ser parte de las normas básicas de vigencia general. En el manual REDEFE hay información más detallada de estos sistemas.

## 6. Revisión y afinamiento metodológico

La metodología propuesta para el estudio consiste básicamente en:

### 6.1 Revisión de antecedentes

Esta tarea incluye la revisión de las referencias bibliográficas, tanto las señaladas por las bases como otras adicionales disponibles para el Consultor.

En anexos de este informe se entrega una breve descripción de los estudios nacionales revisados.

El estudio incluye la actualización de la información disponible sobre interoperatividad, intermodalidad y accesibilidad en las redes ferroviarias chilenas y sus condiciones operacionales. Lo mismo se incluye para los aspectos relativos a la legislación, normativa y reglamentación de la interoperatividad e intermodalidad.

En lo que se refiere a las experiencias internacionales, se considera indispensable analizar la experiencia norteamericana, pese a que no es integralmente aplicable al caso chileno, por tratarse de volúmenes y distancias de transporte muy superiores, así como una realidad tecnológica que probablemente sólo podría ser alcanzada en el largo plazo. Como contraste, se propone analizar la experiencia de la Unión Europea en el transporte de carga, que enfrenta dificultades técnicas y operacionales de gran complejidad.

Se completa el análisis con las experiencias de Argentina y Brasil, de acuerdo con la Contraparte.

### 6.2 Análisis del mercado de transporte ferroviario de carga

El primero de los aspectos señalados en las Bases se refiere a un levantamiento de las variables generales de demanda y oferta del mercado de transporte ferroviario de carga. Para este propósito se levantará por separado la información correspondiente a la red de EFE (EFE, Fepasa, Transap), a la red del FCAB y a la red de Ferronor. De los estudios existentes y de la información proporcionada por los propios ferrocarriles se preparará matrices O/D que permitan identificar los flujos principales, abarcando la totalidad de su cadena logística.

No se considerará los ferrocarriles dedicados, como los de CAP, SQM, por tratarse de transportes propios, no comerciales, que no están sujetos a las condiciones del mercado.

Respecto de los costos de las cadenas logísticas, sólo es posible trabajar con costos promedio estimados. Las empresas privadas –tanto las de transporte como los productores- no entregan sus costos y no están obligadas a hacerlo.

En lo que se refiere a las externalidades, sólo es factible hacer estimaciones, ya que no existen metodologías de evaluación y sólo algunas herramientas de uso en

Europa para las que no hay una adaptación para las condiciones del mercado chileno.

El estudio incluirá la descripción de los trazados de cada ferrocarril, haciendo la salvedad que esta descripción está incluida en el estudio Diagnóstico del Modo Ferroviario de ese Ministerio y que se tratará de una actualización y complementación de la misma.

De la información anteriormente descrita y analizada, se seleccionará las 5 cadenas logísticas más importantes en las zonas norte y sur, para su estudio en detalle. El análisis de la información anterior concluirá con un diagnóstico del mercado de transporte ferroviario de carga y de las cadenas logísticas seleccionadas, y las proyecciones de dicho mercado.

Finalmente, en lo que se refiere al ferrocarril transandino Los Andes Mendoza, se propone revisar los estudios existentes (Tecnicaqua) y efectuar un análisis crítico de las posibilidades reales de este proyecto sobre la base de un trazado que incluya un túnel de baja altura.

### **6.3 Diseño de una estrategia de fomento de la interoperatividad**

Esta tarea se entiende en el sentido amplio del concepto, incluyendo los problemas de accesibilidad antes planteados. Dentro de lo práctico y de lo factible, se propondrá las medidas para fomentar dicha interoperatividad, incluyendo inversiones, reglamentación y modificaciones legales que requerirá su implementación

### **6.4 Diseño de una estrategia de fomento de la integración modal**

En esta tarea se incluirá un análisis de las posibilidades de la contenedorización de la carga nacional y las inversiones, reglamentación y modificaciones legales que requerirá su implementación, incluyendo las medidas necesarias para la circulación más expedita de los contenedores con carga internacional.

Asimismo, sobre la base de los flujos relevantes, se propondrá medidas para la optimización de la infraestructura existente, mejoras operacionales tanto en el transporte como en la infraestructura de apoyo, reglamentación y modificaciones legales y otras medidas de fomento.

Algunas de estas medidas requerirán de recursos de cierta importancia, como podría ser, por ejemplo, la construcción de un by-pass ferroviario del área metropolitana de Santiago, o el planteamiento de estímulos y eventualmente subsidios para la construcción de nuevos accesos ferroviarios o la modernización de los antiguos.

## 6.5 Análisis de proyectos relevantes de transporte ferroviario

En la reunión preliminar del estudio en la Subsecretaría de Transportes se enfatizó la importancia de analizar los proyectos de transporte de carga en la red de EFE que implican la ejecución de inversiones. Estos proyectos están comprendidos conceptualmente en el tercer aspecto indicado en la propuesta técnica del Consultor: la accesibilidad del ferrocarril a los centros productivos y a los puertos. El análisis de los aspectos de accesibilidad no significa introducir cambios metodológicos.

A la luz de los antecedentes recopilados y analizados en esta primera etapa del estudio, el consultor no vislumbra por ahora la necesidad de realizar ajustes a la metodología propuesta en su oferta técnica, por lo que se mantiene el enfoque de análisis y plan de trabajo propuesto en ella. No obstante, se estima que los ajustes metodológicos pueden ser introducidos en cualquier momento del desarrollo del estudio, sin con ello se logra un mejor cumplimiento de los objetivos del mismo. Por esta razón, esta actividad se mantendrá abierta durante todo el estudio, pudiendo en cualquier momento, de común acuerdo con la contraparte técnica, introducir cambios en el enfoque de análisis o plan de trabajo.

## 7. Antecedentes y proyecciones de demanda del mercado de carga nacional

### 7.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta los antecedentes de demanda de carga nacional, para los distintos sectores económicos del país, junto con sus proyecciones. Estos antecedentes han sido recopilados de estudios previos, a partir de los cuales es posible visualizar el panorama actual de los movimientos de carga en el país y sus proyecciones en el corto y mediano plazo.

Recientemente se han desarrollado dos estudios de demanda de carga, cuya cobertura fue nacional, a saber:

- Análisis y estimación de la demanda de carga interurbana, Mideplan-Sectra 2010
- Análisis económico del transporte de carga nacional, Subsecretaría de Transportes 2009

Ambos estudios adoptaron como año base de análisis el 2007. Sin embargo, el estudio Sectra consideró un mayor nivel de detalle en el análisis espacial de los datos ya que basó todos los antecedentes en una zonificación comunal, en tanto el otro estudio se basó en una agregación regional. Adicionalmente, el estudio consideró el análisis de proyecciones, basadas en antecedentes de proyectos futuros y entrevistas específicas con productores. En todo caso, para efectos del presente estudio, el análisis se centra en la caracterización de las demandas globales por sector económico y productos, profundizando en aquellos que poseen mayores opciones de transporte ferroviario.

Los antecedentes que a continuación se exponen han sido también complementados con información proveniente de entrevistas a actores relevantes de los mercados estudiados, realizadas en el marco de diversos estudios recientes.

Otros estudios recientes que aportaron antecedentes para este análisis son:

- Optimización de la cadena logística de transporte ferroviario de carga, Región del Bío Bío. Empresa de los Ferrocarriles del Estado (2008)
- Optimización de la cadena logística de contenedores. Empresa de los Ferrocarriles del Estado (2009)
- Estudio Estratégico Nacional de Accesibilidad y Logística Portuaria: Impacto en la Competitividad, el Uso de Suelo y en la Calidad de Vida Urbana. Dirección de Planeamiento del MOP (2009)

## 7.2 Sector minero

La minería es una de las principales actividades económicas del país, la cual se desarrolla principalmente en la zona centro norte del país. En el año 2007 las exportaciones mineras representaron el 65,2% del total nacional y alcanzaron a los US\$44.217 millones, lo que significó un crecimiento del 16% con respecto al año anterior. Esta orientación básicamente exportadora del sector minero implica una amplia relación con el sector portuario, en la medida que el grueso de las exportaciones mineras sale del país a través de los puertos.

La minería se subclasifica en minería metálica y minería no metálica. En el primer grupo se encuentra el cobre y el hierro como los más importantes en términos de volumen de producción; mientras que en la minería No metálica es la caliza, la sal, puzolana y los fertilizantes los más destacados.

Aspectos principales de los centros productivos de la minería y de los movimientos de carga pueden sintetizarse como sigue:

- los productos se generan a través de procesos técnicos conocidos y estandarizados, desde centros relativamente estables en el tiempo y poco numerosos;
- la importancia y el grado de concentración que muestran sus cargas; y,
- las características geográficas de los ejes y el sentido en los que se transportan mayoritariamente las cargas: Este-Oeste y sobre distancias normalmente inferiores a los 200 km.
- las cargas se generan en pocos puntos y se transportan, generalmente, hacia un número también reducido de destinos;
- los tonelajes que se originan en cada punto son típicamente elevados y justifican, económicamente, el desarrollo de infraestructura de transporte ad-hoc;
- las cargas son durables en el tiempo y físicamente resistentes, permitiendo una manipulación tosca y un acopio prolongado a la intemperie;
- los yacimientos mineros se sitúan, generalmente, en terrenos altos y las cargas se desplazan "cuesta abajo" abriendo posibilidades económicas al transporte ferroviario y a la operación de los mineroductos;
- se prestan para el transporte marítimo, tanto por su característica de graneles o de cargas de fácil movilización, como por los altos volúmenes que representan.

En las condiciones que se anotan, el sector minero de Chile, muestra, en lo que se relaciona con el transporte, características únicas y particularmente favorables para operar con costos unitarios de transporte relativamente bajos.

No obstante, la situación de transporte descrita, aunque válida para la minería metálica, pierde parcialmente su vigencia para la no metálica. Orientada al mercado interno, salvo algunas excepciones, posee opciones modales mucho más restringidas, siendo fundamentalmente dependiente del transporte caminero.

En el cuadro siguiente se muestra la producción minera y las exportaciones.

**Cuadro 16**  
**Producción Minera**

PRODUCTO	2007 (Ton)	2008 (Ton)	2009 (Ton)
<b>MINERÍA METÁLICA</b>			
COBRE FINO	5.557.000	5.327.600	5.389.600
MOLIBDENO	44.912	33.687	34.925
ORO	42	39	41
PLATA	1.936	1.405	1.301
PLOMO	1.305	3.985	1.511
ZINC	36.453	40.519	27.801
HIERRO	8.817.700	9.315.600	8.242.300
MANGANESO	26.808	5.096	1.642
<b>MINERÍA NO METÁLICA</b>			
ARCILLAS	186.675	146.745	124.064
BARITINA	77	-	-
CARBONATO DE CALCIO	7.196.471	7.295.462	6.011.665
CLORURO DE SODIO (SAL)	4.403.743	6.431.029	8.382.215
COMPUESTOS DE BORO	535.072	590.999	613.135
COMPUESTOS DE LITIO	59.637	56.881	30.538
COMPUESTOS DE POTASIO	846.545	917.091	1.130.952
DIATOMITA	25.405	25.497	23.027
DOLOMITA	13.791	14.263	-
FELDESPATO	6.704	17.834	9.079
NITRATOS	1.160.384	1.157.582	1.048.706
PIROFILITA	1.340	1.147	412
PUMICITA	1.135.771	1.063.176	919.249
RECURSOS SILICEOS	1.233.535	1.400.766	1.404.521
ROCAS FOSFÓRICAS	25.073	41.186	23.142
ROCAS DE ORNAMENTACIÓN	15.081	11.605	7.270
SULFATO DE COBRE	10.217	12.971	11.860
SULFATO DE SODIO	100	128	112
TALCO	764	961	790
YESO	773.119	773.794	723.928
YODO	15.473	15.503	17.399
ZEOLITA	140	-	-
<b>SUBPRODUCTOS</b>			
ÁCIDO SULFÚRICO (1)	4.818.000	4.817.600	4.983.000

(1) En el caso del ácido sulfúrico, también se importa del orden de 2 millones de toneladas anuales.

Fuente: COCHILCO

De acuerdo con el cuadro anterior, el sector minero está caracterizado por los siguientes productos relevantes:

- Cobre
- Hierro
- Sal
- Insumos Cemento (caliza, yeso y pumicita)
- Compuestos de boro (Ulexita)
- Fertilizantes (Nitratos, Compuestos de potasio)
- Recursos Silíceos (cuarzo y arena silícea)
- Ácido Sulfúrico

Los productos anteriores representan casi el 99% de la producción minera nacional.

### 7.2.1 Cobre

El cobre es el principal producto de exportación de nuestro país y se destina mayoritariamente al mercado externo. El mineral se extrae entre la Región de Tarapacá y la de O'higgins, incluida la Región Metropolitana. Existen yacimientos en la Cordillera de Los Andes a gran Altura como en la Cordillera de la Costa.

La minería del cobre genera diversos movimientos de carga en cada etapa de su proceso de producción y distribución. Desde el punto de vista del transporte estas etapas son: de mina a plantas de tratamiento metalúrgico y usualmente de estas al mercado, es decir la gran mayoría a puertos y mercados externos y un mínimo al mercado nacional. Generalmente el proceso metalúrgico hasta llegar al producto comercializable se produce en un solo lugar, sin embargo existen algunos casos especiales en que diferentes fases del proceso metalúrgico se realizan en localizaciones distintas dando origen a un transporte intermedio. Esto es válido especialmente para la Mediana y Pequeña Minería, cuya producción de concentrado de cobre es transportado a las plantas de tratamiento metalúrgico de ENAMI.

En el cuadro siguiente se pueden apreciar los principales movimientos de cobre en el país, identificando el origen destino, volumen y modo de transporte.

**Cuadro 17**  
**Movimiento de Cobre a Puertos de Embarque**

Región	Origen (Faena/Planta)	Destino	Producto	Cantidad (miles de Ton)	Modo
I	Collahuasi	Punta Patache	Concentrado	394	Mineroducto
		Iquique	Cátodos	58	Camión
	Cerro Colorado	Iquique	Cátodos	99	Camión
	Quebrada Blanca	Iquique	Cátodos	83	Camión
II	El Abra	Antofagasta	Cátodos	166	S/I
	Codelco Norte	Mejillones	Cátodos	896	Ferrocarril
	Michilla	Antofagasta	Cátodos	45	Camión
	El Tesoro	Antofagasta	Cátodos	93	Camión-Ferrocarril (1)
	Lomas Bayas	Antofagasta	Cátodos	62	Camión
	Spence	S/I	Cátodos	128	Ferrocarril
	Mantos Blancos	Antofagasta	Concentrado	40	Ferrocarril
		Antofagasta	Cátodos	50	Ferrocarril
	Zaldivar	Antofagasta	Cátodos	143	Ferrocarril
	Escondida	Puerto Coloso	Concentrado	1.246	Mineroducto
Antofagasta			Cátodos	238	Ferrocarril
III	Codelco Salvador	Barquitos - Chañaral	Concentrado	64	Ferrocarril
	Cátodos		Ferrocarril		
	Manto Verde	Barquitos - Chañaral	Cátodos	61	Camión
	Varios Provincia Chañaral	ENAMI – Planta El Salado	Mineral	890	Camión
			Ventanas	Cátodos	10
	Varios Provincia Copiapó	ENAMI – Planta Matta	Mineral	1.754	Camión
			Ventanas	Cátodos	5
	Varios Provincia Copiapó	ENAMI – Fundición Paipote	Mineral	354	Camión
Ventanas			Ánodos	92	Camión
Varios Provincia Vallenar	ENAMI – Planta Vallenar	Mineral	587	Camión	
Candelaria	Punta Padrones – Caldera		181	Camión	
IV	Los Pelambres	Punta Changos – Los Vilos	Concentrado	300	Mineroducto
	Varios IV Región	ENAMI – Planta Ovalle	Mineral	769	Camión

Región	Origen (Faena/Planta)	Destino	Producto	Cantidad (miles de Ton)	Modo
V	El Soldado	Fundición Chagres Puertos V Región	Concentrado Cátodos	65,7	Camión
	Chagres	Puertos V Región	Ánodos	164	S/I
	Codelco Andina	Ventanas	Concentrado	218	Ferrocarril
RM	Los Bronces (Planta Las Tórtolas)	Fundición Chagres Puertos V Región	Concentrado	183	Camión (2)
			Concentrado Cátodos	46	
VI	El Teniente (Caletones)	San Antonio, Ventanas, Valparaíso	Cátodos, Ánodos, RAF	405	Camión-Ferrocarril (3)

Fuente: "Análisis económico del transporte de carga nacional", Subsecretaría de Transporte 2009

- (1) Transporte en camión desde mina a estación de transferencia Los Arrieros del FCAB y de allí en ferrocarril hasta el puerto de Antofagasta
- (2) Recientemente se presentaron las ofertas para el transporte de la ampliación de esta faena minera, incluyendo la opción de modo combinado camión-ferrocarril
- (3) Transporte en camión desde Caletones a Rancagua y de allí en ferrocarril hasta los puertos de destino.

Las empresas mineras que tienen la opción, generalmente hacen competir al ferrocarril y los camiones en el proceso de concesión del transporte, ello les permite rebajar las tarifas. No obstante sólo algunas empresas tienen la alternativa, en la Región de Antofagasta el FCAB ofrece servicios para varias de las mineras, como son Zaldívar, Mantos Blancos y Chuquicamata. En la Región de Atacama la principal mina es El Salvador, que tiene contratos con Ferronor desde Llanta a Barquitos. La opción de transporte a puerto en ferrocarril también existe para el acceso de División Andina al puerto de Ventanas en la Región de Valparaíso y para División El Teniente en la Región de O'higgins, para la carga que va desde Rancagua a San Antonio.

De acuerdo a la información reportada en los antecedentes es posible esperar que la producción a finales de la década sea del orden de las 7,2 millones de toneladas de cobre. Los principales proyectos están orientados a la obtención de concentrado de cobre. Del mismo modo se espera que la vida útil de algunas faenas mineras orientadas a la obtención de cátodos finalice con la consecuente disminución de la producción global de este producto hacia el 2020, lo cual se compensa con el aumento en la extracción de concentrado de cobre.

**Cuadro 18**  
**Proyección Global de la Producción de Cobre por principales Empresas**

Empresa	2007 Ton	2010 Ton	2020 Ton
Codelco	1.583,3	1.779,0	1.939,0
Anglo American	453,7	426,0	322,0
Escondida	1.483,9	1.380,0	1.380,0
Michilla	45,1	40,0	0
Candelaria	181,0	161,2	0
Cerro Colorado	98,7	90,0	0
Quebrada Blanca	82,9	85,0	200,0

Empresa	2007 Ton	2010 Ton	2020 Ton
Zaldivar	142,9	145,0	176,0
El Abra	166,0	135,0	160,0
Collahuasi	452,0	541,0	1.000,0
Lomas Bayas	61,5	75,0	75,0
Los Pelambres	300,1	393,6	483,0
El Tesoro	93,0	89,2	65,0
Spence	128,1	200,0	200,0
Otros	284,8	203,0	1.286,0
<b>Total</b>	<b>5.557,0</b>	<b>5.743,0</b>	<b>7.286,0</b>

Fuente: "Análisis y Estimación de la Demanda de Carga Interurbana", Mideplan-Sectra 2010

Entre los proyectos considerados para la generación de concentrados de cobre está Mina Ministro Hales, perteneciente a la División de Codelco Norte. Se trata de un yacimiento de sulfuros que permitirá producir del orden de 350 mil toneladas de concentrado. Se espera que su entrada en producción sea en el año 2014.

Otro proyecto de la División Codelco Norte es Chuquicamata Subterránea, del cual se podrían extraer del orden de 300 mil toneladas de concentrado para abastecer la fundición, sin embargo con un desarrollo gradual y su puesta en marcha se prevé para el año 2018. Se considera que en el año 2020 aún no se encuentre produciendo a plena capacidad puesto que recién se ha iniciado el estudio de factibilidad.

División Andina cuenta con dos proyectos, el primero de ellos considera una ampliación de la capacidad de producción que entraría en operación a mediados de este año (Fase I Expansión); mientras que el segundo denominado Nueva Andina Fase II. La primera Fase considera un incremento neto de 60 mil toneladas por año, mientras que la Fase II considera un aporte adicional de 320 mil toneladas por año. Con lo cual se espera que esta división llegue a producir a finales de la década del orden de 620 toneladas de concentrado por año. Su puesta en marcha está prevista para finales del 2015.

División El Teniente también tiene proyectos de desarrollo para la próxima década, se encuentra presupuestado que en el curso de este año comience a operar Pilar Norte, cuya finalidad es reemplazar sectores de producción. Su vida útil sería por 8 años. El siguiente proyecto considerado de esta división considera el Nuevo Nivel Mina que consiste en reemplazar los actuales sectores de explotación a un nivel más profundo, generando nueva infraestructura de acceso, copando la capacidad de la planta concentradora. Su producción esperada es de 430 mil toneladas por año de cobre en concentrados a partir del año 2017.

En lo que respecta a la minería privada se destacan algunos proyectos de ampliación de capacidad como es el caso de Los Bronces que aumentaría en 175 mil toneladas de concentrados por año a su producción actual. Se espera que su puesta en marcha sea para el año 2011.

De igual forma Los Pelambres tiene como proyecto ampliar su capacidad de producción en 80 mil toneladas adicionales de concentrado de cobre.

Por su parte Minera Collahuasi pretende finalizar la década con una producción de 1 millón de toneladas de cobre, considerando dos fases de ampliación, la primera de ellas en el año 2012 y la siguiente después del año 2015.

Quebrada Blanca dejará de producir cátodos durante esta década y comenzará a producir 200 mil toneladas de concentrados a partir del año 2017 con su proyecto Hipógeno. Similar proyecto está siendo puesto en marcha por la minera Carmen de Andacollo; sin embargo de menor envergadura. Su producción alcanzaría a 80 mil toneladas de concentrado.

Entre los nuevos proyectos de concentrado se destaca Esperanza, en la comuna de Sierra Gorda, cuya producción sería de 195 mil toneladas de concentrados a partir de este año. Otro proyecto que se encuentra en desarrollo en esta misma comuna es de Minera Quadra y corresponde a un depósito con estudio de pre-factibilidad que podría desarrollarse en el año 2015 y considera la extracción de 130 mil toneladas de cobre en concentrados.

En la comuna de Tierra Amarilla, se encuentran dos proyectos en desarrollo; ellos son Caserones y Cerro Casale. El primero de ellos permitirá obtener 150 mil toneladas de cobre en concentrados y 30 mil toneladas de cátodos. Se estima que comience a operar a finales del 2013. Por otra parte Cerro Casale es considerado uno de los mayores depósitos de oro sin explotar, y proyecta producir tanto oro, como plata y cobre. La producción de cobre estimada es de 100 mil toneladas en concentrados. Su puesta en marcha sería a finales del 2015 en caso de concretarse todos los estudios.

El proyecto El Morro, en la comuna de Alto del Carmen es otro emprendimiento privado, que se encuentra en la etapa de evaluación de impacto ambiental. En caso de ser aprobado comenzaría su construcción en el año 2012 y su producción no antes del 2015. Se espera que tenga una vida útil de 15 años y una capacidad de producción de 165 mil toneladas por año de cobre en concentrados.

Es evidente que el cobre representa un producto con características muy favorables para el transporte ferroviario, en todas sus formas de comercialización (concentrado, blíster, cátodos). Por ello resulta de gran interés para este estudio analizar este mercado.

## **7.2.2 Hierro**

La producción total de hierro durante el año 2007 alcanzó las 8,8 millones de toneladas métricas y cuyo principal productor es la Compañía Minera de Pacífico (CMP). El mineral es producido principalmente en las minas Los Colorados y Algarrobo, en la III Región, y en la mina El Romeral en la IV Región. La mayor parte de la producción se exporta a través de los puertos de Guacolda (Huasco) y Guayacán (Coquimbo). El resto se destina a la producción de acero nacional en las instalaciones de la CAP en Talcahuano (Siderúrgica Huachipato). El otro productor importante de hierro corresponde a la Sociedad Contractual Minera Santa Bárbara que envió a China cerca de un millón de toneladas en este año.

En cuanto a la distribución y transporte, el mineral producido por las minas Los Colorados y Algarrobo (esta última terminando su explotación por agotamiento del mineral) es transportado a la planta de pellets en Huasco vía ferrocarril y luego el producto procesado se embarca en el puerto de Guacolda. En el caso de El Romeral, el mineral se transporta por ferrocarril al puerto de Guayacán para su embarque. Por otra parte, el hierro que se destina a Huachipato es desembarcado directamente en las instalaciones de la CAP en Talcahuano. Por su parte, en el caso de la Sociedad Contractual Minera Santa Bárbara, su producción es enviada por camión desde la mina La Japonesa ubicada en la comuna de Vallenar hasta el terminal portuario Punta Caleta en Caldera, desde donde se exporta a China.

Por otra parte Minera Santa Fe, cuyo propietario es también propietario de Santa Bárbara, surge con operaciones en Cerro Imán en la comuna de Copiapó. Ambas compañías se dedican exclusivamente a la exportación de hierro al mercado asiático. CMP por su parte tiene en operación el proyecto Hierro Atacama incorporando producción adicional al sector.

Hacia el año 2020, se indica que se encontrará en plena producción Minera Varry, que en el año 2007 se encontraba realizando prospecciones en sus yacimientos en la comuna de Copiapó. Su producción estimada es de 1 millón de toneladas de hierro al año. Junto con ello CMP tendrá en operación sus proyectos Cerro Negro Norte y probablemente El Algarrobo subterráneo, aunque se estudian otras explotaciones, como Pleito. En el cuadro que se muestra a continuación se observa la proyección global de la producción de hierro por empresas.

**Cuadro 19**  
**Proyección de la Producción de Hierro**

<b>Empresa</b>	<b>2007 (Ton)</b>	<b>2010 (Ton)</b>	<b>2020 (Ton)</b>
CMP	7.871.874	10.300.000	19.700.000
Minera Santa Fe	0	1.000.000	5.000.000
Minera Varry	0	0	1.000.000
Minera Santa Bárbara	946.000	1.000.000	1.500.000
<b>Total</b>	<b>8.817.874</b>	<b>12.300.000</b>	<b>27.200.000</b>

Fuente: Análisis y estimación de la demanda de carga interurbana, Mideplan-Sectra 2010

La utilización del modo ferroviario entre la mina y el puerto presenta ventajas comparativas por tratarse de movimientos de cargas especializadas de grandes volúmenes entre orígenes y destinos puntuales donde se cuenta con red ferroviaria en buenas condiciones. De igual forma, la utilización de cabotaje marítimo en el transporte del producto hacia la fundición de Huachipato obedece a consideraciones de costo en relación a su modo alternativo, el camión.

### 7.2.3 Sal

El cloruro de sodio (sal común) es destinado al consumo humano y animal, así como a usos industriales, químicos, mineros y de obras civiles tanto en el país como en el extranjero. El 100% de la producción nacional proviene de la Región de Tarapacá (Salar Grande) y el principal productor es Punta de Lobos. En 2007 se produjo un total de 4,4 millones de toneladas métricas.

El 90% de su producción es exportada con destino el hemisferio norte para el deshielo de caminos, consumo humano e industria química, siendo del orden del 60% destinado al deshielo. La sal destinada al mercado exterior principalmente va hacia la costa oeste de Estados Unidos, Canadá, Asia y algunos países latinoamericanos.

La cadena de distribución de la sal comienza en la faena minera, ubicada a 30 km. del puerto Punta Patillos (60 km. al sur de Iquique), ahí la carga es transferida tanto a exportación como a distribución nacional. De la planta al puerto la carga es movilizada en camión (actualmente se están utilizando camiones del tipo bitrén). Para la distribución nacional, el producto, por medio de cabotaje, llega a los diferentes puertos en los cuales se ubican los distribuidores: Iquique, San Antonio, Santiago, Talcahuano, Temuco y Puerto Montt. El volumen para consumo humano nacional no supera las 70 mil toneladas al año. El transporte entre puerto y distribuidor se realiza en camión.

Además del consumo humano y el deshielo de caminos, la sal tiene más de 14 mil aplicaciones, donde se destaca también la industria química, en que los principales clientes en Chile son Eka Chemical, Occidental Chemical y Erco Worldwide en la elaboración de productos químicos como Cloro, Ácido Clorhídrico, Soda Cáustica entre otros. El volumen de sal destinado a la industria química nacional es del orden de las 140 mil toneladas al año, las que ingresan en su totalidad por el puerto de San Vicente.

Por otra parte la sal industrial se utiliza en la industria salmonera como fungicida para hongos que suelen aparecer en el cultivo de alevines, en curtiembres, estabilizado de caminos; (actualmente existen más de 3.000 Km pavimentados de este modo), ablandamiento de aguas y consumo animal, como suplemento mineral para bovinos y animales de producción lechera, y para el teñido de telas e hilos especialmente de algodón. En resumen, el consumo interno de sal en el año 2007 alcanzó a 360 mil toneladas.

A finales de 2007 empezó la explotación de la Minera Cordillera, también en el salar grande, cuya producción se destina íntegramente al comercio exterior y también se embarca en puerto Patache. Actualmente la producción es del orden de las 3 millones de toneladas anuales.

En cuanto a proyecciones, los antecedentes reportan un total de 15 millones de toneladas hacia el 2020.

## 7.2.4 Insumos Cemento (caliza, yeso y pumicita)

La producción nacional de insumos del cemento se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro 20**  
**Producción Insumos del Cemento**

Producto	Producción 2007 (miles de TM)	Producción 2009 (miles de TM)
Caliza	6.789	5.670
Pumicita	1.136	919
Yeso	773	724
Total	8.698	7.313

Fuente: Anuario Minería, COCHILCO 2009

La oferta de estos productos está directamente relacionada con la industria del cemento, cuyas empresas son generalmente las propietarias de la minas. De esta forma, la etapa de distribución es bastante directa, ya que consiste simplemente en el despacho de material desde las faenas hasta las plantas elaboradoras de cemento o hacia los distribuidores de materiales para la construcción, localizándose, sistemáticamente, los yacimientos en las cercanías de los centros de consumo.

En el caso de la caliza, del total de la producción nacional se consume un 70% en la industria del cemento, del orden del 25% como fundente en procesos metalúrgicos, y el resto para producir cal y en la agricultura.

La producción es transportada fundamentalmente en camión a los diferentes destinos, sin embargo, en el caso de la caliza, se utiliza adicionalmente el ferrocarril para realizar el transporte entre la Mina El Navío y la planta procesadora de Melón, ambas en la Vª Región. Sin embargo, esta mina está en etapa de agotamiento, por lo que la empresa comenzará a explotar la mina El Ñilhue (2011), ubicada en la comuna de Catemu a unos 50 km. de la planta, cuyo transporte se realizará por camión.

La estructura O/D del movimiento de esta carga, se caracteriza por presentar un conjunto de orígenes que corresponden directamente a las faenas productivas. Los destinos a su vez, corresponden básicamente a las plantas cementeras, principal sector demandante de la producción nacional.

El transporte es realizado principalmente por medio de camiones, con una capacidad que varía entre las 20 y las 30 toneladas de carga útil. En el caso del transporte por camión, las distancias recorridas son típicamente cortas, ya que los centros productivos se encuentran cercanos a los centros de consumo. Un caso particular lo constituye el transporte de caliza a la planta de cementos Biobío, a la Siderúrgica Huachipato en Talcahuano y a otros centros de consumo menor (IANSAs), el cual se hace por medio marítimo desde isla Guarello (XII Región).

Los antecedentes sobre proyección indican una producción de 9,9 millones de toneladas de caliza, 1,7 millones de toneladas de pumicita y 1,1 millones de toneladas de yeso, para el año 2020.

### 7.2.5 Compuestos de boro (Ulexita)

La ulexita es un borato (B2 O3). Este mineral no metálico se utiliza principalmente en la fabricación de ácido bórico y fertilizantes. El ácido bórico, a su vez, es utilizado en la industria del vidrio, esmalte, cerámica, curtiembre y farmacéutica. Existe sólo un productor de ulexita en Chile, el que corresponde a Quiborax Ltda., el que explota un rajo abierto en el Salar de Surire, ubicado en la comuna de Putre, I Región, aproximadamente a 270 kilómetros de Arica.

La producción total de ulexita en 2007 fue de 528 mil toneladas métricas y en 2009 608 mil. Éstas se despachan directamente a su planta industrial localizada en la comuna de Arica, a 70 km. de la ciudad del mismo nombre, utilizándose como insumo base en la producción de ácido bórico y fertilizantes. La producción de ácido bórico y fertilizantes se exporta por el puerto de Arica en un 95%, el resto se destina a consumo nacional.

El transporte entre la mina y la planta se realiza en tracto camiones de 28 toneladas.

Las proyecciones indican del orden de 700 mil toneladas hacia el año 2020.

### 7.2.6 Fertilizantes (Nitratos, Compuestos de potasio)

Los nitratos corresponden a compuestos nitrogenados naturales, que se utilizan para la elaboración de nitrato de sodio, nitrato de potasio y salitre sódico, de uso en la industria y en la agricultura. Estos elementos están presentes en los yacimientos de salitre ubicados en el norte del país, regiones de Iquique y Antofagasta. Por su parte, los compuestos de potasio (cloruro de potasio y sulfato de potasio) son productos minero-industriales que se utilizan principalmente como fertilizantes potásicos. Son producidos en la Región de Antofagasta a partir del procesamiento de salmueras cloruradas con alto contenido en potasio existentes en el Salar de Atacama. Los productores de estos compuestos se muestran en el cuadro siguiente:

**Cuadro 21**  
**Productores Nitratos y Compuestos de Potasio**

Productor	Región	Productos
Sociedad Química y Minera de Chile S.A. (SQM)	Antofagasta	Nitratos Compuestos de Potasio
Sociedad Chilena del Litio	Antofagasta	Compuestos de Potasio
Cosayach Nitratos S.A.	Iquique	Nitratos
P.C.S Yumbes S.C.Mra.	Antofagasta	Nitratos

Fuente: Anuario Minería SERNAGEOMIN 2006

La producción de estos minerales no metálicos se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro 22**  
**Producción Nitratos y Compuestos de Potasio**

Producto	Producción 2007 (miles Ton)	Producción 2009 (miles Ton)
Nitratos	1.160	1.049
Cloruro de Potasio	691	942
Sulfato de Potasio	156	189
Total	2.007	2.180

Fuente: Anuario Minería Cochilco 2009

La producción es generada básicamente por la Sociedad Química y Minera de Chile S.A (SQM). Esta carga es transportada, ya sea directamente por el ferrocarril de su propiedad desde las minas de María Elena y Pedro de Valdivia hasta el puerto de Tocopilla, o bien por camión desde el Salar de Atacama hasta las instalaciones de SQM en Coya Sur. La producción que llega al puerto de Tocopilla es destinada a distintos puertos del país, pero principalmente a exportación. Adicionalmente, una pequeña proporción de la producción, es transportada por camión fundamentalmente a las regiones de Atacama y Coquimbo.

Una vez que el producto es descargado en los puertos, una parte es procesado en plantas mezcladoras localizadas en sus cercanías y encargadas de elaborar productos específicos a los requerimientos de los principales clientes. Finalmente, los productos envasados son posteriormente distribuidos, por camión, a los centros de consumo agrícola, localizados en el radio de operación de los terminales de desembarque. Por consiguiente, el movimiento de carga que genera el transporte por camión más relevantes corresponde a la distribución de productos con origen en los puertos (incluidas las importaciones) y con destino en los centros de consumo agrícola.

De acuerdo con el estudio Mideplan-Sectra (2010), el plan de inversiones de SQM (principal productora de fertilizantes) para la próxima década apunta a continuar el crecimiento de la capacidad de producción de cloruro de potasio en el Salar de Atacama, que debiera traducirse en volúmenes de producción crecientes entre el 2010 y el 2012. Hacia el año 2013 esperan producir del orden 2,3 millones de toneladas.

Enaex por su parte proyecta aumentar su producción de nitrato de amonio de 400 mil toneladas gradualmente hasta 800 mil toneladas, principalmente por las perspectivas de crecimiento de la industria minera, principal demandante de nitrato de amonio grado explosivo.

Por otra parte existen inversiones para continuar el crecimiento de la producción de nitratos. En el año 2010 comienza a operar una planta de nitrato de potasio ubicada en Coya Sur, con una capacidad de 300 mil toneladas adicionales y una inversión de US\$140 millones. Esta instalación procesará sales de nitratos provenientes de

las faenas productivas con que cuenta la empresa. Con la incorporación de esta planta SQM llegara a tener una capacidad de producción de 900 mil toneladas de nitrato de potasio.

De esta forma, las proyecciones reportadas en el estudio citado apuntan a una producción total hacia el 2020 del orden de 4,3 millones de toneladas.

### 7.2.7 Recursos Silíceos (cuarzo y arena silíceas)

El término recursos silíceos comprende los recursos cuarzo y arenas silíceas, cuyo principal mineral constituyente es el cuarzo que se presenta en ellos, respectivamente, en forma cristalina y criptocristalina, y clástica.

El cuarzo se utiliza en Chile fundamentalmente para metalurgia del cobre y siderurgia, fabricación de cerámica y elaboración de cargas industriales y aleaciones silíceas. Por su parte, la arena silícea se utiliza, principalmente, para la fabricación de vidrio y de moldes de fundición.

El anuario minero del SERNAGEOMIN de 2006 identifica 14 productores distintos de estos minerales. En el cuadro siguiente se muestra la producción anual por región para el año 2007 y 2009.

**Cuadro 23**  
**Producción Recursos Silicios**

Región	Producción 2007 (miles Ton)		Producción 2009 (miles Ton)	
	Cuarzo	Arena	Cuarzo	Arena
II	7	0	95	0
III	110	0	97	0
IV	7	0	10	0
V	10	440	3	496
VII	386	139	331	199
VIII	0	134	0	109
<b>Total</b>	<b>520</b>	<b>713</b>	<b>601</b>	<b>803</b>

Fuente: Anuario COCHILCO 2009

### 7.2.8 Ácido Sulfúrico

El ácido sulfúrico es un subproducto de la minería del cobre, que se obtiene en las fundiciones a través de la liberación de gases. La producción de ácido sulfúrico está localizada en la zona centro norte, específicamente en las siguientes fundiciones: Sagasca en la Región de Tarapacá, Chuquicamata y Altonorte en la Región de Antofagasta, Potrerillos y Paipote en la Región de Atacama, Ventana y Chagres en la Región de Valparaíso, Molymet en la Región Metropolitana y El Teniente en la Región de O'higgins. En 2007 la producción nacional de este producto fue de 4.818.000 toneladas y en 2009 de 4.983.000 toneladas. A continuación se muestra la producción de ácido sulfúrico por región y productor, en 2007.

**Cuadro 24**  
**Producción Ácido Sulfúrico**

Región	Planta	Prod. 2007 (miles de TM)
I	Sagasca	115
II	Altonorte (1)	800
	Chuquicamata	1.293
III	Potrerrillos	468
	Paipote	281
V	Chagres	493
	Ventanas	336
RM	Molymet	52
VI	Caletones	980
Total Producción		4.818
Total Importación		1.285
Total Exportación		124

Fuente: Cochilco, Empresas Productoras

(1) Corresponde a la capacidad de producción de la planta

En 2009, el déficit llevó a importar 1,87 millones de toneladas, la mayoría de las cuales ingresan por el puerto de Mejillones y tienen por destino la minería del cobre de la Región de Antofagasta.

La distribución de ácido involucra tanto producción nacional como la importación (la exportación es poco relevante). Las fundiciones venden el ácido a las mineras que no se autoabastecen. Existe una marcada asimetría entre los centros productores de ácido y los consumidores. En la zona centro (V y VI región) se produce un superávit de producción de ácido y en la zona norte (I y II regiones) un déficit, el cual es tal que no puede ser superado con la producción nacional dando origen a la importación. El transporte desde las fundiciones a los consumidores puede ser realizado de dos formas: en una etapa, donde el único modo utilizado es el camión o en dos etapas donde puede existir cabotaje: desde San Antonio, si el origen es El Teniente, o Ventanas cuando el origen es Chagres. En el caso de El Teniente, el ácido es transportado desde Caletones a Rancagua en camión y de allí a San Antonio en ferrocarril. Desde estos puntos la carga es transportada hasta el puerto de Mejillones y Punta Patache, donde es transferida para su posterior distribución tanto en camión como en ferrocarril a las principales mineras dentro de la gran y mediana minería productora de cátodos de cobre. En el caso de la importación, ésta llega principalmente al puerto de Mejillones. También existe transporte de ácido por camión entre las fundiciones de la III y V región a las faenas mineras de la III y IV región.

Las proyecciones indican una producción nacional de ácido sulfúrico hacia el año 2020 de 6,6 millones de toneladas y un consumo total de 7,7 millones de toneladas por lo que se mantendrá un volumen de importación de 1,1 millones de toneladas.

### 7.3 Sector forestal

La industria forestal chilena se basa en la explotación de dos especies foráneas: pino radiata y eucalipto, las cuales se han adaptado muy bien en la zona centro y sur del país, especialmente en zonas de secano. Es la segunda generadora de divisas para el país y la primera basada en un recurso renovable.

La industria está orientada principalmente a la exportación, con cerca de mil empresas chilenas que envían a los mercados externos productos forestales con diversos grados de elaboración –pulpa química en primer lugar de importancia, seguida de molduras, madera aserrada, madera elaborada; tableros y chapas; puertas, ventanas y piezas para la construcción; astillas; papel periódico, maderas en trozos, entre otros– a un total de casi 100 mercados en los cinco continentes, destacando América del Norte como cliente principal –en especial Estados Unidos– seguido de Asia, con China y Japón como los mercados más importantes, Europa y América del Sur.

El sector generó, durante el año 2007, cargas por 44,9 millones de toneladas, siendo la leña y los trozos de pino y eucalipto las cargas más voluminosas.

**Cuadro 25**  
**Producción Sector Forestal Año 2007**

Productos	Toneladas
Trozos de Pino	16.387.692
Trozos de Eucalipto	5.926.684
Astillas	2.174.835
Leña	8.633.851
Madera Aserrada y Elaborada	4.523.201
Tableros y Chapas	1.332.277
Celulosa Fibra larga	2.873.032
Celulosa Fibra Corta	1.802.195
Papeles y Cartones	1.314.200
<b>Total</b>	<b>44.967.967</b>

Fuente: Análisis y estimación de la demanda de carga interurbana, Mideplan-Sectra 2010

La industria se caracteriza por presentar fuertes grados de integración vertical y horizontal, es así que la propiedad de los bosques en una gran proporción pertenece a los mismos grupos económicos que desarrollan la industria de la celulosa y la madera, así como también estos grupos participan de la propiedad de los puertos donde se embarcan estos productos: Puerto de Lirquén, Portuaria Arauco y Puerto de Coronel. La integración horizontal se presenta en la explotación conjunta de la industria de la madera: madera aserrada, tableros y chapas, molduras, etc. De esta forma logran un aprovechamiento integral del recurso forestal. Los principales actores de la industria forestal son el grupo Arauco y CMPC, además la empresa Norske Skog de capital noruego que adquirió a CMPC la planta de papeles Biobío.

### 7.3.1 Explotaciones forestales

La producción forestal se inicia en las explotaciones forestales. Al año 2007, existían 20.780 explotaciones forestales. El uso del suelo en las explotaciones forestales se distribuye en 52,4% de bosque nativo (3,5 millones de hectáreas) y en 27,1% en plantaciones forestales (1,8 millones de hectáreas). El 20,5% restante se reparte en otros usos, como matorrales, terrenos estériles y praderas naturales, principalmente.

La Región del Bío-Bío concentra la mayor superficie de plantaciones forestales (41,5%). Le siguen las regiones de La Araucanía y Maule, con 20,2% y 17,6%, respectivamente. En cuanto al bosque nativo, la Región de Los Lagos es la de mayor relevancia, concentrando el 32,5% del total nacional. En segundo término, Aysén registra 14,8% y Los Ríos 10,4%.

La principal especie plantada es el pino radiata, con el 65,7% del total nacional y una superficie de 1.186.295 hectáreas. Le sigue en orden de importancia, el eucalipto (*Globulus* y *Nitens*) con el 29,7%. Otras especies de cierta relevancia son el pino oregón (1,1%), el tamarugo (0,7%) y el álamo (0,3%).

Los trozos forestales representan un volumen de transporte del orden de los 22 millones de toneladas anuales, cuyo destino principal corresponde a las plantas de celulosa y aserraderos. Las proyecciones establecen un crecimiento en el corto plazo a unos 24 millones de toneladas anuales.

El transporte de trozos por ferrocarril fue de 367 mil ton en 2007, 665 mil ton en 2008 y 352 mil ton en 2009. Representando solo entre el 2% y 3% del total.

La producción de trozos se concentra fuertemente en la Región del Bío Bío (60%) y también su consumo (66% del total). El consumo de trozos se distribuye: celulosa (40,8%); aserraderos (42,5%); tableros y chapas (6,4%); Astillas (10,3%).

### 7.3.2 Celulosa

Con proyectos de producción a gran escala, el rubro de la celulosa es la principal actividad económica del sector forestal. Chile está posicionado en el mundo como un productor relevante de celulosa de fibra larga, con uno de los más bajos costos de producción. El elemento que distingue a la actual industria de celulosa nacional es su gran escala, su alto nivel tecnológico y diversidad de sus productos, una producción segura, controlada y eficiente, y el uso de tecnologías no contaminantes.

En una planta de celulosa se distinguen al menos tres áreas, una primera que es el centro de preparación de maderas, es el lugar donde llega la materia prima transportada desde el bosque. En este sector la madera se descorteza para luego pasarla por un chipeador o astillador. Una modalidad de abastecimiento de esta industria es a través de astillas que han sido preparadas previamente en otros lugares (plantas de astillado o aserraderos).

Una segunda área que es donde se realiza el proceso industrial propiamente tal, las astillas se mezclan con productos químicos y se somete a cocción en un digestor, del que se separa la celulosa y un subproducto denominado licor negro que se emplea para generar energía y de este proceso se recupera parte de los reactivos

químicos. Esta parte del proceso es abastecida a través de camiones o bien por ferrocarril.

Una tercera área donde se seca y blanquea la celulosa. El proceso de secado llega a un contenido de 10% de humedad. Se corta en láminas que constituyen fardos que pesan aproximadamente 250 kilos. Para el transporte desde la planta se agrupan 8 fardos en un solo paquete. Se acopia en bodegas para despacho a puerto, que es la mayoría de los casos, para lo cual se utiliza transporte terrestre o bien ferrocarril.

La celulosa mecánica se destina básicamente al mercado doméstico para la fabricación de papel de diario y diversos tipos de cartones. En cambio la celulosa química se orienta principalmente al mercado de exportación, existiendo dos tipos de variedades: celulosa de fibra corta y celulosa de fibra larga. La primera se obtiene del procesamiento del eucalipto en tanto la celulosa de fibra larga se obtiene del procesamiento del pino radiata.

La producción de celulosa química está concentrada en dos grupos económicos: el Grupo Arauco y CMPC, existiendo en la actualidad 8 plantas, todas localizadas en el área de estudio. Por su parte, la celulosa mecánica se produce en 4 plantas (también todas en el área de estudio).

En el año 2007, la producción de celulosa alcanzó las 4,7 millones de toneladas. El transporte de celulosa se realiza preferentemente en ferrocarril, salvo aquellas plantas que no poseen acceso ferroviario, alcanzando una participación de más del 75%. La mayoría de la celulosa es destinada a exportación, embarcándose por los puertos de la Región del Bío Bío.

Las proyecciones reportadas establecen producciones de 5 millones de ton para el 2010 y de 5,9 para el 2020.

### **7.3.3 Madera aserrada y elaborada**

El proceso del aserrío consiste básicamente en la transformación mecánica del rollizo para convertirlo en tablones, generándose en el proceso astillas, corteza y aserrín como subproductos. Hay variadas tecnologías de procesamiento en donde las faenas industriales pueden ser de alta sofisticación y automatización, donde participan pocos técnicos y personal en el proceso, hasta aquellos que tienen menos tecnología y en la que una parte importante de las actividades se realizan manualmente.

En el marco de este estudio el interés estará centrado básicamente en aserraderos mecanizados, en que los procesos están automatizados. Son por lo tanto plantas industriales de alta producción llegando en algunos casos a producir más de 400.000 m<sup>3</sup> ssc<sup>9</sup>. La producción general de madera aserrada alcanzó en 2007 un total de 4,5 millones de toneladas, 97% de las cuales se producen entre la Región del Maule y la Región de los Ríos.

---

<sup>9</sup> m<sup>3</sup> ssc: metro cúbico sólido sin corteza. Unidad de medida del volumen real de un rollizo sin contar su corteza.

La industria del aserrío ha estado en constantes transformaciones orientadas a un mayor grado de industrialización, lo que ha hecho que el número de aserraderos disminuyan, totalizando 1.312 aserraderos al año 2006. La Región del Bío-Bío concentra el 52,9% de la generación de flujos de madera aserrada, seguido a gran distancia por la Región del Maule y la Región de la Araucanía.

Si bien los aserraderos de gran tamaño representan una fracción menor del universo de aserraderos, de 2% al 3%, ellos producen gran parte de la producción, del orden del 65%. Al año 2006, existían un total de 32 aserraderos con capacidad de producción superior a los 50.000 m<sup>3</sup> ssc.

El comercio exterior se realiza fundamentalmente por los puertos de la Región del Bío-Bío y superan los 2,8 millones de toneladas anuales.

La madera aserrada, a pesar de su gran volumen, no considera en forma significativa su transporte en ferrocarril, ni siquiera en el caso del comercio exterior, ya que las cargas movilizadas por este medio alcanzan solo del orden de las 100 mil toneladas anuales, es decir, un 2% de participación del transporte.

Sobre proyecciones, los reportes indican que no se esperan mayores variaciones en la producción de madera aserrada al 2020.

#### **7.3.4 Tableros y chapas**

En la actualidad Chile tiene un alto grado de competitividad mundial en productos como molduras y paneles, marcos para puertas y ventanas, y muebles. La fabricación de tableros y chapas, piezas claves en la industria del mueble, es una de las áreas más promisorias y de las que más ha evolucionado en la industria forestal chilena, abarcando la producción de madera terciada o contrachapados, aglomerada o de partículas, prensada o hardboard, tableros de densidad media (MDF), OSB (Tableros de Fibras Orientadas) y chapas.

El crecimiento de este rubro es especialmente significativo a partir del año 1986. De unas pocas plantas orientadas a fabricar tableros duros y aglomerados para el mercado local, hoy se fabrican cinco tipos de tableros, con una producción total aproximada de 2,3 millones de metros cúbicos anuales (equivalentes a 1,3 millones de toneladas), experimentando un sostenido y fuerte crecimiento en los últimos años, promediando una tasa anual del 12%, gracias a una constante modernización tecnológica, ampliación de capacidades productivas y al ingreso de nuevos inversionistas.

La capacidad instalada al 2007 alcanzó 2,4 millones de m<sup>3</sup> (Boletín N°121 INFOR, 2008) en un total de 24 plantas. Esta industria se localiza preferentemente en la Región del Bío Bío, donde se concentra un 81% de la capacidad de producción. La Región de Los Ríos concentra un 14% de la capacidad instalada con lo cual es la segunda en importancia de producción de tableros y chapas. Son los tableros contrachapados y MDF los que presentan la mayor capacidad de producción con cerca de 1,5 millones de m<sup>3</sup>.

El actor más importante en esta industria corresponde al grupo Arauco, concentrando un 50% de la capacidad total instalada, en el caso de la capacidad de

producción de tableros contrachapados concentra 70% de la capacidad de la industria, un 64% en el caso de los tableros MDF y un 59% en el caso de los tableros de fibra. Estas plantas corresponden a aquellas localizadas en Arauco, Ránquil y Yungay.

Al 2007 del orden del 50% de la producción (unas 660 mil ton.) fue exportada, siendo su embarque a través de los puertos de la Región del Bío Bío.

El transporte de estos productos se realiza por camión, aunque recientemente ha existido alguna cantidad transportada por ferrocarril (40 mil ton transportadas por TRANSAP entre Mininco y puertos en 2009).

En cuanto a proyecciones, los antecedentes de INFOR muestran un importante crecimiento en la producción, con totales de 1,6 millones de toneladas al 2010 y 2,4 millones de ton al 2020, todo sustentado en diversos proyectos de nuevas plantas y ampliaciones de las existentes. Es claro que gran parte de esta nueva producción será destinada a la exportación.

Asimismo, los datos muestran una relativa baja atomización en la producción y un nivel de exportación relevante y en crecimiento. Sin embargo, el transporte de este producto por ferrocarril es muy bajo actualmente. Evidentemente, el consumo nacional es altamente atomizado, lo cual le resta opciones al modo ferroviario.

El estudio EFE (2008)<sup>10</sup> hace ver también esta situación. De hecho ya existen contratos de transporte ferroviario de plywood entre la Planta Pacífico de Mininco y los puertos (118 mil toneladas anuales). Adicionalmente se presentan antecedentes de construcción y/o ampliación de varias plantas de tableros en distintas localizaciones que podrían significar en suma cerca de 1 millón de toneladas anuales con destino en los puertos de la Región del Bío Bío.

### **7.3.5 Astillas**

La astilla o chip es la materia prima que proviene de la madera. Las astillas se obtienen desde plantas orientadas específicamente a la generación de este producto, como también como subproducto de plantas de la industria del aserrío. En algunos casos, como los aserraderos integrados a plantas de tableros y chapas, o a las plantas de celulosa, la producción o parte de ella se consume en la misma planta.

El volumen de astillas producidas durante el año 2007 alcanzó a 2,2 millones de toneladas, de las cuales el 99% corresponde a astillas de eucalipto y que principalmente se obtienen como subproducto de la industria del aserrío. Este volumen es el que se moviliza y el 100% se destina a la exportación, siendo San Vicente, Jureles, Puchoco y Corral, los puertos de embarque de este producto.

Los antecedentes disponibles establecen un crecimiento de la producción al 2010 con 2,8 millones de toneladas y al 2020 de 3 millones de toneladas.

---

<sup>10</sup> Optimización de la cadena logística de transporte ferroviario de carga, Región del Bío Bío. Empresa de los Ferrocarriles del Estado (2008)

Actualmente, las astillas son transportadas exclusivamente por camión. Sin embargo, una fracción muy importante de las astillas que se destinan a la exportación se procesa en “chipeadores” ubicados en los puertos, lo cual permitirá al ferrocarril competir en el transporte de trozos a dichas instalaciones.

### **7.3.6 Papeles y cartones**

La producción de papeles y cartones se orienta básicamente a satisfacer las necesidades de consumo doméstico, requiriéndose de la importación de una cantidad apreciable de estos productos, lo que al año 2007 correspondió a una producción de 1,3 millones de toneladas y una importación de 789 mil toneladas. Así también, existe un volumen menor destinado a las exportaciones, la cual totalizó 629 mil toneladas al año 2007, siendo el papel periódico el principal producto exportado con un total de 231 mil toneladas.

La producción de papeles se encuentra concentrada en un número moderado de plantas (16) que permite satisfacer el 60% del consumo de papeles en el país. El 48% de la producción se encuentra entre las regiones del Maule y de los Ríos.

Se proyecta un crecimiento importante de este producto, con 1,5 millones de toneladas al 2010 y 2 millones de toneladas al 2020. Este crecimiento incluye un aumento significativo de los productos de exportación. Si bien estos productos por sus características y atomización del consumo interno, no resultan especialmente atractivos para el ferrocarril, las cargas de exportación que tienen orígenes y destinos concentrados, pueden ser captados por este modo.

## **7.4 Sector industrial**

### **7.4.1 General**

En relación con el sector industrial el análisis se centró en aquellos productos que son transportados por ferrocarril y que pueden ser aumentados y aquellos que podrían ser captados por el modo.

Los antecedentes existentes consideran dentro de este sector los siguientes productos:

- Artículos para el hogar: Abarrotes, electrodomésticos, automóviles y maquinarias
- Bebidas y cervezas
- Insumos de la construcción: asfalto, cemento, cerámicas y acero
- Productos químicos
- Productos metálicos y metalmecánico
- Combustibles líquidos
- Lubricantes
- Gas natural y licuado
- Productos del mar
- Harina de pescado

A nivel general, los productos de mayor interés en este sector económico son los insumos de la construcción, centrado en el transporte de cemento y acero, los productos químicos, los productos metálicos y metalmecánicos, productos del mar (salmón), el combustible y el gas natural y licuado. Los restantes productos, presentan un alto grado de atomización (en la producción y/o el consumo) y/o bajos tamaños de embarque (producción), lo que limita las opciones del ferrocarril.

#### 7.4.2 Acero

El principal productor es la Compañía Siderúrgica de Huachipato (CSH), cuya planta industrial está ubicada en la bahía de San Vicente, comuna de Talcahuano, en la Región del Bío Bío. Esta empresa alcanzó un nivel de producción de acero terminado durante el año 2008 de 1,15 millones de toneladas, de las cuales el 99% se destinó al mercado interno.<sup>11</sup>

Los principales productos que elabora Huachipato son:

- Barras para Hormigón
- Alambrón
- Planchas Gruesas
- Rollos y planchas laminadas en caliente
- Rollos y planchas laminadas en frío
- Zincalum
- Hojalata electrolítica en láminas o rollos
- Tubos soldados por arco sumergido

Las planchas zincadas, la hojalata y las barras de construcción son productos finales, mientras que el resto de los productos son materias primas para la industria transformadora que incluyen planchas laminadas de distintos espesores, barras y alambrones. Los principales demandantes de estos productos a escala nacional son las empresas metalúrgicas y metalmecánicas, sector que se caracteriza por concentrarse en la zona central del país, especialmente en las regiones del Bío Bío, de Valparaíso, y Metropolitana.

Un segundo productor de importancia es Gerdau Aza, el cual está ubicado en la Región Metropolitana. A partir de octubre del año 2008 su producción anual aumentó de 400 mil a 520 mil toneladas de acero, generado exclusivamente a partir de la fundición de chatarra. Finalmente, para completar el consumo nacional es necesaria la importación de cerca de 1 millón de toneladas.

El acero producido en Huachipato se comercializa una parte en forma directa y también a través de distribuidores. La demanda principal del acero producido en Huachipato está en la Región Metropolitana, la cual concentra las empresas del área metalúrgica nacional.

---

<sup>11</sup> COCHILCO – Mercado Internacional del Hierro y el Acero (2010)

Actualmente, el transporte de acero en ferrocarril alcanza solo a unas 200 mil toneladas con destino en la estación Alameda en la RM.

En cuanto a proyecciones CAP espera duplicar su producción hacia el año 2020. Luego, el transporte masivo de acero desde Huachipato a la RM representa una oportunidad para el ferrocarril. La participación actual de ferrocarril es relativamente baja y se debe estudiar las razones de ello.

El estudio de demanda de carga de Mideplan-Sectra (2010) consideró varias entrevistas a empresas consumidoras de acero.

La empresa INCHALAM, localizada en Talcahuano, produce clavos, mallas y alambre, con un volumen total de 100 mil toneladas. El acero se compra en CAP y se transporta por ferrocarril. Otros insumos llegan a los puertos de San Vicente y Talcahuano y se transportan por camión a la planta. La producción se envía principalmente a la RM (60%). Dado que la planta posee acceso ferroviario (transporte de acero) podría considerarse el transporte por ferrocarril a la RM. Sin embargo, se indicó que el costo de transporte es poco significativo en la estructura de costos de producción (1%).

La empresa CINTAC, que produce tubos, perfiles, cañerías y tabiquería, su principal insumo es el acero que se trae desde Talcahuano (155 mil toneladas). El transporte de acero se realiza en un 40% en tren y 60% en camión. No se indicó la razón de esta partición, sin embargo, se asume que éste movimiento podría ser atractivo para el ferrocarril.

Finalmente, la empresa Carlos Herrera, es un distribuidor importante de productos de acero en la Región Metropolitana (150 mil toneladas anuales abastecidas casi exclusivamente desde Huachipato). Podría haber una opción para aumentar la participación del ferrocarril. Al parecer la responsabilidad de transporte de los productos a la RM en este caso corresponde a CAP.

### **7.4.3 Cemento**

Las principales empresas productoras de Cemento nacional son Empresas Melón S.A. (Melón), Cemento Polpaico S.A. (Polpaico) y Cementos Bío Bío S.A. (CBB). En 2007 la producción alcanzó las 4,4 millones de toneladas.

La empresa Melón cuenta con 2 plantas industriales, siendo la principal la ubicada en la comuna de La Calera, V Región, la cual produce actualmente 1,4 millones de toneladas de cemento aproximadamente. Esta planta tiene una capacidad máxima de 1,7 millones de toneladas anuales.

Además, Melón posee una nueva planta en la localidad de Trapen en la comuna de Puerto Montt, la cual inició operaciones en abril del año 2008 con una capacidad de 300.000 toneladas anuales. Esto está en directa relación con la imposibilidad de crecer en forma significativa en la Planta La Calera.

La empresa Polpaico posee una capacidad instalada de 2,7 millones de toneladas anuales de cemento, distribuida en tres plantas ubicadas estratégicamente en el

país, en el norte (Planta Mejillones con 300 mil toneladas), centro (Planta Cerro Blanco con 1,6 millones de toneladas) y sur (Planta Coronel con 800 mil toneladas).

La empresa Cementos Bío Bío, por último, posee una capacidad de producción de 2,75 millones de toneladas, en sus plantas productoras de Talcahuano (750.000 t), Curicó (1.000.000 t) y Antofagasta (500.000 t).

Adicionalmente, la empresa Inacesa, que depende de Cementos Biobío S.A., cuenta con 2 plantas de proceso de cemento, que sumaron 800.401 toneladas el año 2005. Estas plantas se ubican en las comunas de Antofagasta y Copiapó.

En los últimos años la industria del cemento muestra un sesgo hacia la comercialización del producto en forma de hormigón premezclado. En este caso las empresas son los mismos fabricantes de cemento, que operan a través de filiales: Ready Mix S.A (de Cementos Bío Bío), Hormigones Premix S.A. (filial de Empresas Melón S.A.), Pétreos S.A. (filial de Cementos Polpaico S.A.) y Tecnomix S.A. (adquirida en 2005 por Cementos Bío Bío). Gran parte de la producción de las empresas cementeras es comercializada a través de estas empresas.

En cuanto a crecimientos de producción se proyecta un aumento desde las 4,5 millones de toneladas en 2010 a 6,6 millones de toneladas en 2020. De acuerdo a los datos presentados todas las plantas existentes en la actualidad esperan aumentar su producción. Además se espera un importante aumento de las importaciones de cemento (de 185 mil ton en 2010 a 530 mil ton en 2020).

El cemento corresponde a una producción de alto volumen donde sin duda debiera haber un mayor espacio para el ferrocarril (a pesar de que Bío Bío indica que el ferrocarril es muy caro<sup>12</sup>). En particular, los volúmenes que se transportan a granel desde las plantas a los grandes clientes (plantas de hormigón) o a zonas de acopio para distribución. Hacia el año 2007, el transporte general de cemento por ferrocarril era del orden de las 400 mil toneladas anuales, sin embargo, en la actualidad el volumen se ha reducido considerablemente, alcanzando en 2010 a poco más de 20 mil toneladas anuales.

#### **7.4.4 Productos químicos**

En Chile se producen del orden de 300 sustancias químicas industriales, siendo el comercio internacional muy activo. Las exportaciones principales corresponden a yodo, derivados de algas y resinas plásticas. También existe una importante importación de insumos químicos para la industria minera, forestal, química y agrícola. En el año 2007, dichas importaciones fueron del orden de 1,8 millones de toneladas a nivel nacional.

Si bien muchos químicos representan sustancias peligrosas, cuyo transporte en ferrocarril sería deseable debido a la mayor seguridad que presenta este modo, existe una gran variedad de productos con utilidades diversas y pocos casos en que representen un insumo de gran volumen, por lo que no representa, en principio un producto de especial interés para el ferrocarril. Sin embargo, es necesario acotar

---

<sup>12</sup> Fuente: entrevista con Cementos Bío Bío realizada en el estudio Mideplan-Sectra 2010

que existen varios casos en que se transportan productos químicos en ferrocarril, en que los mismos trenes que transportan la producción a puerto retornan con carros con productos químicos en el sentido puerto - planta. Es decir, este transporte está asociado a otro mayor. De esta manera, si bien se descarta en principio un análisis específico para el transporte de químicos, éste puede ser identificado a partir de otros transportes mayores de productos que los requieren como insumo de producción.

#### **7.4.5 Productos metálicos y metalmecánicos**

De acuerdo a antecedentes recopilados de empresas se estima que la producción es del orden de 1 millón de toneladas, siendo Cintac, Molicop y Proacer de relevancia para el sector. Cintac representa un 42% de la transformación de acero.

En el mercado interno estas empresas operan entregando a grandes distribuidores del orden del 70% de su producción. Entre los distribuidores más importantes se encuentran Salomon Sack, Carlos Herrera, MTS y Construmart. Un 15% se destina a la venta retail. La producción está dirigida a los grandes centros distribuidores del país; pues mayoritariamente se destina al mercado interno, siendo sólo de un 10% las exportaciones.

En general, estos productos fueron analizados en conjunto con el acero. Las opciones de intervención a nivel de partición modal hacia el ferrocarril están centradas en el transporte del insumo acero y de productos a distribuidor.

#### **7.4.6 Productos del mar**

En relación a los productos del mar, el interés para el presente estudio radica básicamente en el transporte de salmones congelados a puertos de embarque. La principal razón del posible interés radica en que la producción industrial presenta una alta concentración en la Región de Los Lagos (390 mil ton en 2007) y se destina casi exclusivamente a la exportación.

#### **7.4.7 Combustibles**

El caso de los combustibles líquidos es similar al de los productos químicos. En general, si bien el origen corresponde a las refinerías y estanques de almacenamiento (localizados en distintos puertos a lo largo del país), el destino es altamente atomizado, lo cual resta opciones al ferrocarril. Sin embargo, existen grandes clientes que, si bien no es posible sustentar el transporte por sí solo, puede considerarse asociado a otro mayor, como es el transporte de producción a puerto de embarque de exportación. De esta manera, la minería, la celulosa, entre otros grandes productos industriales, pueden considerar el transporte del insumo combustible, como carga de retorno de sus envíos. Sin perjuicio de lo anterior, es importante tener en cuenta ciertas restricciones normativas relacionadas con el transporte de más de un producto peligroso en un mismo tren.

#### **7.4.8 Gas natural**

Los antecedentes disponibles de los estudios previos se refieren exclusivamente al gas natural importado desde Argentina a través de 4 gasoductos existentes. No se

hace mención alguna al gas importado vía marítima que es descargado en la planta de GNL Quintero S.A. en la bahía de Quintero y posteriormente transportado a la Región Metropolitana en camiones.

## 7.5 Sector Agroindustrial

La agroindustria es el resultado del procesamiento de materias primas de origen agrícola. Una característica relevante de este sector es que involucra una cadena productiva con más de un producto analizado y una mayor orientación al consumo interno, a excepción del vino y los derivados del tomate industrial. Los productos contemplados en esta categoría son:

- Cerveza, maltas y cebada
- Trigo y harina
- Remolacha y azúcar
- Maíz
- Tomate y derivados industriales
- Uvas viníferas y Vino
- Uvas pisqueras y pisco

La comprensión del transporte de estas cargas se relaciona con el uso de suelo agrícola y variables climáticas, pero también resultan relevantes la localización de los centros de consumo y de producción. Se observa, no obstante, una tendencia a minimizar el traslado de los insumos agrícolas, que resultan normalmente los de mayor volumen.

De estos productos, tanto por sus características como por los antecedentes disponibles, solo algunos como la cebada y el trigo tienen alguna opción al transporte ferroviario, pero resultan muy poco significativos.

### 7.5.1 Cebada

La cebada es el insumo principal de la industria cervecera la cual se obtiene de producción nacional e importación. Sin embargo los volúmenes no son muy importantes. El área de producción de cebada se localiza entre la Región del Maule y la Región de Los Lagos, por razones climáticas y de suelo.

Otra condicionante se refiere a la localización de los centros de compra, almacenamiento y producción de malta en las regiones del Biobío y Araucanía y que la maltería de la zona central se abastezca con importaciones de cebada.

En total el consumo de cebada es del orden de las 100 mil toneladas, de las cuales 50 mil son importadas y se movilizan entre los puertos de la zona central y la Región Metropolitana.

## 7.5.2 Trigo

En el caso del trigo, éste representa el elemento básico para la producción de harina, empleada en la elaboración de alimentos, siendo uno de los más destacados el pan. Anualmente el país requiere del orden de 2,2 millones de toneladas, las cuales provienen de producción nacional, que es variable según las condiciones de precio y meteorológicas, y de importaciones que cubren la demanda residual. El año 2007 la producción nacional alcanzó a 1,1 millones de toneladas y se debió importar un volumen equivalente de trigo.

Más del 80% del trigo se destina a la molienda para elaborar harinas y pastas, lográndose el equivalente al 70% en peso como harina y el resto son subproductos utilizados en la alimentación animal. El año 2007 se destinaron 1,86 millones de toneladas a la molienda, generándose 1,3 millones de toneladas de harina, según antecedentes del INE.

En relación con la proyección, el trigo se produce en Chile para consumo interno, por lo que no se esperan crecimientos significativos (2,3 millones de toneladas para el 2010 y 2,5 millones para el 2020).

El trigo se produce entre las regiones de Tarapacá y de Aysén, pero se concentra principalmente en las regiones del Biobío y Araucanía. Los requerimientos de la zona norte y centro son complementados con importaciones. Si bien los productores de trigo son altamente atomizados (46.000 según censo agropecuario de 2007), existen empresas acopiadoras locales que prestan servicios de pesaje, análisis de muestras, secado, acopio y guarda de trigo a los agentes compradores de granos.

En este caso el transporte ferroviario tiene una participación menor, utilizándose exclusivamente para carga que es transportada hacia los molinos y plantas procesadoras que cuentan con desvío ferroviario.

## 7.5.3 Azúcar

La producción de azúcar ha mostrado una ostensible reducción en los últimos años, obligando a importar azúcar de caña y ha implicado el cierre de las plantas de Curicó y Rapaco “a la espera de mejores condiciones de mercado”.

Cabe señalar que IANSA participa también en la importación de azúcar, aprovechando su sistema de distribución a nivel nacional, basado principalmente en un centro de almacenamiento en Quilicura. El plan estratégico de la empresa considera además la transformación de la planta de Chillán, de manera que pueda refinar azúcar cruda importada y operar así durante todo el año.

Adicionalmente, parte importante de la producción nacional (55%) se destina a la industria, lo cual se realiza como azúcar a granel, maxisacos y azúcar líquida, destacándose el rubro de las bebidas refrescantes, el cual requiere de aproximadamente unas 150.000 toneladas anuales.

Luego, el azúcar importada que ingresa por los puertos de San Antonio y Valparaíso y eventualmente la destinada a la industria son los movimientos que podrían representar un potencial transporte en ferrocarril.

#### **7.5.4 Maíz**

El maíz empleado en el país proviene de dos fuentes, la producción nacional y las importaciones, que alcanzaron volúmenes de 1.150.000 Ton y 1.750.000 Ton respectivamente. Tanto la producción como la importación se concentran principalmente en el centro del país, donde se localiza la producción avícola y porcina, siendo los volúmenes de importación los de mayor interés para el presente estudio.

La importación de maíz está concentrada en un número reducido de traders, y en especial es desarrollada por la empresa Graneles de Chile ligada a Agrosuper. Ingresa al país principalmente por vía marítima por el puerto granelero de San Antonio (1,3 millones de ton/año), lo que se justifica por la concentración de la industria en la zona central del país. Otro punto relevante es el puerto de Ventanas con 340 mil ton/año.

El consumo de maíz, cubierto de manera importante con importaciones, se destina en su mayor parte a la alimentación de aves y cerdos.

#### **7.6 Sector Agrícola y pecuario**

Los sectores agrícola y pecuario, presentan un alto grado de atomización, tanto en la producción como el consumo, por lo que es poco probable que esta carga sea de interés para un traspaso modal hacia el ferrocarril. Esto se debe a que la carga es producida en muchos predios pertenecientes a distintos propietarios, los que venden su carga de muy distintas maneras a distintos consumidores, entre los que se cuenta consumidores finales, centros de distribución, centros de comercialización y exportación.

Tal vez un producto del sector agrícola que podría merecer un análisis de traspaso modal corresponde a los fertilizantes importados que son desembarcados en los puertos de Lirquén y Penco. Sin embargo, el volumen de interés podría ser poco significativo. En los años 2008 y 2009 se transportaron en ferrocarril desde estos puertos al sur del país, tan solo 10 mil y 5 mil toneladas en el año respectivamente.

## 8. Análisis del mercado de transporte ferroviario de carga redes trocha angosta

### 8.1 Introducción

La metodología propuesta para el análisis del mercado de transporte ferroviario de carga consulta la separación de la red ferroviaria en 8 zonas funcionalmente independientes, sin perjuicio de la consideración de cargas interzonales. Las zonas (o subredes) propuestas son, de norte a sur:

1. Ferrocarril de Arica a La Paz
2. Ferrocarril Tocopilla (SQM)
3. Subred Región de Antofagasta (Feronor-FCAB)
4. Feronor Sector Chañaral
5. Feronor-CMP Sector Vallenar
6. CMP Sector La Serena - Coquimbo
7. Feronor Sector La Calera
8. Red de EFE (esta red por su importancia y cobertura se analiza separadamente en el capítulo 9)

Lo anterior ha sido propuesto así básicamente debido a la morfología de la red ferroviaria y a la concentración de sus actividades en ciertas zonas, especialmente en las regiones del norte de Chile, debido a la naturaleza de la demanda, caracterizada por flujos este-oeste y con escasos volúmenes en el sentido norte-sur.

### 8.2 Ferrocarril Arica – La Paz

#### 8.2.1 Historial

El Ferrocarril de Arica a La Paz fue construido por el Estado de Chile en cumplimiento al tratado de 1904 con Bolivia y no tiene conexión física directa con el resto de la red ferroviaria del país. La sección chilena tiene una longitud de 206 km y está dedicado en forma exclusiva al comercio exterior boliviano por el puerto de Arica.

Las características principales del ferrocarril se encuentran, entre otras fuentes en el estudio Diagnóstico del Modo Ferroviario del MTT. El perfil de la sección chilena se divide en tres sectores de características muy diferentes:

El primer sector, de Arica a Central, de 70 km, es inicialmente plano entre Arica y el río Lluta, tiene gradientes moderadas a lo largo del valle del mismo nombre y luego gradientes mayores (hasta 3%) al apartarse del valle para ascender hasta la localidad de Central, a 1.480 m.s.n.m.

El segundo sector, de Central a Puquios, de 42 km, presenta gradientes fuertes (hasta 6,05%) en un trazado con curvas estrechas para subir hasta la localidad de Puquios, a 3.730 m.s.n.m.

El tercer sector, de Puquios a Visviri (frontera), es en promedio relativamente plano, pero presenta gradientes hasta de 3% en algunos tramos, subiendo hasta General Lagos, a 4.260 m.s.n.m. para descender luego hasta la frontera con Bolivia, a 4.060 m.s.n.m.

**Figura 40**  
**Trazado ferrocarril Arica – La Paz**



**Cuadro 26**  
**Transporte de pasajeros y carga FCALP 1988-2005**

Año	Pasajeros [Nº]	Carga [t]
1988	2.653	180.300
1989	3.370	203.800
1990	5.252	285.900
1991	6.888	318.900
1992	5.192	328.400
1993	2.566	273.800
1994	3.482	244.100
1995	1.206	205.200
1996	2.030	169.100
1997	776	126.400
1998	-	183.300
1999	-	271.900
2000	-	215.100
2001	-	17.500
2002	-	22.000
2003	-	44.000
2004	-	89.000
2005	-	-

FUENTE: Memorias y Anuarios Estadísticos EFE

El ferrocarril fue explotado por EFE hasta 1997, año en que su explotación fue entregada a una empresa privada de capitales bolivianos, la Administradora del Ferrocarril Arica La Paz S.A.

El fuerte descenso de la carga transportada verificado en 2001 se debió a los efectos del invierno altiplánico que, entre otros daños, cortó el puente sobre el río Lluta. La reparación demoró más de 2 años y por éstas y otras causas, la Administradora se declaró en quiebra en 2005, interrumpiéndose el tráfico en forma definitiva, situación que se mantiene hasta la fecha (2011).

### **8.2.2 Proyecto de Rehabilitación y Remediación**

En 2010 el Estado decidió restablecer la operación del ferrocarril y con este propósito desarrolló un proyecto de rehabilitación que incluye la remediación de los terrenos del ferrocarril contaminados con minerales pesados, especialmente en Arica. La ejecución de este proyecto, de aproximadamente USD 32 millones, fue licitada y actualmente (Abril 2011) los trabajos se encuentran en ejecución, estando programado su término en Abril de 2012.

El trabajo de rehabilitación, con un valor de aproximadamente USD 20 millones, consiste básicamente en la reparación de la vía férrea, incluyendo:

- El reemplazo de más de 70.000 durmientes de madera en los 206 kilómetros del trazado
- La reparación integral del tramo de cremallera entre Central y Puquios, la que considera el reemplazo de 38 km de riel liviano de 27 kg/m, por riel de 40 kg/m (ASCE 80, tipo Y de EFE), instalado con sujeciones tipo e-clip® de Pandrol.
- El reemplazo de las sujeciones de clavos por sujeciones de tirafondos con sillas de asiento y con sujeciones tipo Gaugelock® de Pandrol.

El trabajo de remediación, con un valor de aproximadamente USD 12 millones consiste en:

- La construcción de un depósito de seguridad en los terrenos del ferrocarril en Puquios.
- La extracción del terreno contaminado con metales pesados en las instalaciones del ferrocarril en Chinchorro, en el tramo entre Arica y Lluta y en algunas estaciones del trazado, especialmente Visviri.
- El traslado por ferrocarril del material contaminado al depósito de Puquios.
- El reemplazo del terreno contaminado por terreno sano.

La dirección del proceso de rehabilitación y de posterior restablecimiento de la operación del ferrocarril fue encomendada a la Empresa Portuaria Arica, EPA, por Mandato de EFE.

### **8.2.3 Perspectivas**

El movimiento del Puerto de Arica, que en las cargas hacia y desde Bolivia compete con los puertos de Antofagasta en Chile y Matarani en el Perú, ha venido aumentando en forma sostenida. El cuadro siguiente resume el tonelaje movilizado.

**Cuadro 27**  
**Movilización de carga Puerto de Arica 1997-2006**

Año	1: Total [t]	2: Tránsito Bolivia [t]	2/1%	%FCALP
1997	947.564	632.647	67	20
1998	1.039.314	763.029	73	24
1999	1.155.507	881.329	76	31
2000	1.313.202	799.155	61	27
2001	1.016.862	627.338	62	3
2002	979.480	606.660	62	4
2003	1.091.998	593.411	54	7
2004	1.092.597	620.881	57	14
2005	1.153.489	803.551	70	-
2006	1.250.070	806.200	64	-
2007	1.528.725	1.000.597	65	-
2008	1.771.635	1.215.185	69	-
2009	1.778.623	1.306.746	73	-
2010	2.131.367	1.560.424	73	-

FUENTE: 1997-1999 DIRECTEMAR      2000-2010 EPA-Arica

Se advierte que la carga boliviana representa aproximadamente el 70% del movimiento del puerto de Arica. A su vez, la participación del ferrocarril, que venía en aumento, ha disminuido principalmente por los problemas ya mencionados.

El actual proyecto de rehabilitación del FCALP está dimensionado para 250.000 toneladas netas anuales, cifra similar al promedio histórico del ferrocarril. Sin embargo, dado el crecimiento del movimiento del puerto, esta cifra representa aproximadamente el 18% de participación en la carga boliviana, inferior a su promedio histórico, por lo que es posible que el ferrocarril rehabilitado pueda acceder a una proporción mayor del mercado.

Debido a la paralización del ferrocarril, actualmente el tráfico vial lleva el 100% de la carga de Bolivia. La carretera que llega a la frontera en Tambo Quemado, se entrega sin costo a los camiones bolivianos.

A principios de 2011 se analizó por un Panel de Expertos una solución institucional y operacional que se dará al ferrocarril, entregando una recomendación que incluye un subsidio a la infraestructura ferroviaria, para igualar sus condiciones con las del camino.

La situación de competencia del ferrocarril con la carretera es compleja. Por una parte, la infraestructura no tiene costo para los camiones; además, el combustible está fuertemente subsidiado en Bolivia y los transportistas no compran combustible en Chile; finalmente, aunque esto es un problema universal, los transportistas bolivianos por lo general no cumplen con leyes sociales ni tienen otros gravámenes en el territorio chileno, por lo que es posible que un subsidio del 100% de los costos de infraestructura no sea suficiente.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que la sección boliviana del FCALP pertenece a la red occidental del ferrocarril boliviano, la que está unida al puerto de Antofagasta por intermedio del FCAB, ferrocarril al que se une en Ollagüe. La red occidental ha sido concesionada en forma exclusiva al denominado Ferrocarril Andino, FCA, de capitales chilenos del mismo grupo del FCAB (Luksic), empresa que tiene claras ventajas para controlar el movimiento ferroviario por la vía Arica ya sea a través de la repartición de las tarifas o por prioridades operacionales.

Uno de los proyectos analizados por el Panel de Expertos es un eventual traslado de las instalaciones del ferrocarril en Chinchorro (patio y talleres), para permitir la enajenación de estos terrenos. Se ha estimado que para contar con un sistema en condiciones de operar, será necesaria una inversión adicional de aproximadamente USD 20 millones en infraestructura. Esta inversión comprende la construcción de una nueva instalación para el mantenimiento de los equipos rodantes en la zona de Chacalluta, galpones para la recepción y almacenamiento de minerales en condiciones libres de contaminación y vías de maniobras. Como contrapartida, debería contarse con el producto de la venta de los terrenos.

Finalmente, en lo que se refiere a infraestructura, debe tenerse en cuenta que los MUSD 32 del actual plan de rehabilitación no incluyen la renovación de la totalidad del riel de 27 kg/m que aún queda en el ferrocarril (54 kmv), reemplazo que se considera indispensable para permitir la circulación de vagones modernos, más pesados y especialmente el uso de locomotoras con mayor peso y poder de arrastre. Para la renovación del resto de riel liviano se requiere MUSD 13,00 adicionales.

El plan global propuesto para la explotación futura del FCALP consulta mantener la infraestructura en manos del Estado. Se ha propuesto que esta infraestructura, afectada a EFE desde 1943, sea entregada a EPA ya sea en propiedad, arriendo, comodato u otro mecanismo legal que le permita su explotación en forma completamente autónoma. En este esquema, EPA licitaría su mantenimiento y cubriría estos costos con aportes del Estado, de manera de estar en condiciones de entregar la vía férrea sin costo a uno o más eventuales operadores privados. Para ello se ha propuesto un régimen de libre acceso, basado en lo dispuesto en el Artículo 2 del DFL 1 de 1993 (Ley Orgánica de EFE)<sup>13</sup>. Sin embargo, existe el justificado temor de que en este régimen de libre acceso no haya interesados, fundamentalmente por ser insuficiente el subsidio a la infraestructura, dados los elevados costos operacionales del ferrocarril y la posición dominante del concesionario del ferrocarril boliviano, la empresa Ferrocarril Andino. La opción analizada para este caso es licitar una concesión de carácter exclusivo que incluya un subsidio operacional.

Todo lo anterior implica un proceso de licitaciones de larga duración, que no es compatible con el propósito de reanudar las operaciones tan pronto se completen las obras de rehabilitación que es una de las primeras prioridades del Plan por razones derivadas del Tratado con Bolivia de 1904 y de la situación internacional.

---

<sup>13</sup> ...en todo contrato, concesión o aporte que implique dar uso exclusivo de la línea férrea, en todo o parte, será condición esencial del contrato, o de la concesión, o del aporte a la sociedad, que se permita a terceros el uso de la vía, sobre la base de un sistema tarifario igualitario y no discriminatorio. (DFL 1 de 1993, Art.2)

Para el cumplimiento de este propósito se propone la reparación inmediata de parte del equipo rodante del FCALP abandonado desde 2005 y en malas condiciones debido al vandalismo y al robo de partes. El ferrocarril tenía inicialmente 8 locomotoras diesel de 1.450 HP aptas para el servicio en altura y aproximadamente 200 vagones de diferente tipo. De las 8 locomotoras originales, sólo quedan 6 y de éstas, se estima que sólo 3 o 4 pueden ser rehabilitadas, así como unos 100 vagones de carga. Las inversiones en recuperación de equipos se estiman en USD 9.000.000.

La operación de los equipos rehabilitados podría ser efectuada, de acuerdo con lo propuesto por el Panel de Expertos, por una filial de EFE, FCALP S.A. actuando directamente bajo el control de EPA. Esta empresa podría operar el ferrocarril hasta que se considere oportuno ya sea enajenar sus acciones, como se hizo en el caso de Fepasa, o licitar la operación del ferrocarril manteniendo a FCALP S.A. como referente. En todo caso este esquema requerirá un subsidio operacional ya sea a la empresa estatal o al concesionario privado.

Es necesario dejar en claro que en este caso la justificación del subsidio a la infraestructura y el eventual subsidio a la operación propuestos no reside en la rentabilidad social del proyecto, sino en el cumplimiento de las obligaciones del tratado de 1904 con Bolivia. Se trata de un caso especialísimo en que el Estado debe hacer inversiones en el transporte ferroviario, justificadas por razones diferentes a las clásicas de rentabilidad social.

Sin embargo, dada la estructura de costos fijos y variables del ferrocarril, es factible que un operador privado aumente la participación del ferrocarril en el movimiento del puerto de Arica más allá de las 250.000 toneladas anuales postuladas en el proyecto y, con volúmenes suficientemente elevados, podría convertirse en una opción económicamente viable si se mantiene el acceso sin costo a la infraestructura.

Una de las posibilidades de expansión del tráfico de este ferrocarril reside en los proyectos mineros de la Región Arica-Parinacota. Algunos de ellos están en las cercanías del trazado ferroviario y podrían efectuar sus transportes por ferrocarril. Sin embargo, los estudios de diversos yacimientos están en etapas preliminares y se han generado controversias por aquellos que están ubicados en el Parque Nacional Lauca, que son precisamente aquellos a los que tendría acceso el ferrocarril y en otros sectores protegidos.

### **8.3 Ferrocarril de Tocopilla**

El Ferrocarril de Tocopilla, antiguamente llamado Ferrocarril de Tocopilla a Toco, es de propiedad de la Sociedad Química y Minera de Chile, SQM. Se trata de un ferrocarril de servicio privado, aislado del resto de la red de la zona norte, por tener una trocha diferente (42" = 1.067 mm). Sus características principales se encuentran, entre otras fuentes, en el estudio Diagnóstico del Modo Ferroviario del MTT.

El trazado atiende las localidades de María Elena, Coya Sur y Pedro de Valdivia con una longitud total de 127 km. La primera parte del trazado, entre Tocopilla y Tigre (39 km) está electrificada a 1.500 V. El resto se opera con tracción diesel. El primer sector se mantiene electrificado pese a la antigüedad de sus locomotoras (1928), debido a su fuerte pendiente (4%), pese a que se ha estudiado su dieselización. Este sector constituye un 'cuello de botella' en la capacidad del ferrocarril.

El ferrocarril transporta exclusivamente las cargas de SQM. En el sentido de bajada el principal transporte está compuesto de nitratos de diversos tipos. En el sentido de subida, el principal insumo es petróleo. El transporte total es del orden de 2 millones de toneladas anuales.

El tramo entre María Elena y Pedro de Valdivia es aproximadamente paralelo al trazado de Ferronor. Antiguamente ambas líneas se juntaban en la estación Miraje de Ferronor, donde se hacían intercambios esporádicos de mercancías de carro a carro. Posteriormente las instalaciones fueron abandonadas.

En tiempos recientes, Ferronor efectuaba transportes de cloruro de potasio y otras sales entre el Salar de Atacama y las instalaciones de SQM en Coya Sur. Las sales eran transportadas en camiones entre el Salar y Baquedano, donde seguían por ferrocarril hasta su destino. Para esto se construyó un desvío de trocha 1.000 mm entre la línea central de Ferronor y las instalaciones de SQM, pero también esta línea fue abandonada cuando Ferronor perdió este transporte que hoy se hace por camiones en todo su recorrido.

Por sus características de ferrocarril de servicio privado, de trocha diferente al resto de la red y actualmente utilizado al máximo de su capacidad, no se considera factible que preste servicio público en un plazo previsible.

**Figura 41**  
**Trazado ferrocarril de Tocopilla**



## 8.4 Subred Región de Antofagasta

La subred de la Región de Antofagasta está formada principalmente por las vías del FCAB y parcialmente por vías de Ferronor.

**Figura 42**  
**Trazado Subred Región de Antofagasta**



### 8.4.1 FCAB

Las características de la red del FCAB se encuentran, entre otras fuentes, en el estudio Diagnóstico del Modo Ferroviario del MTT. Información adicional, que corresponde a lo publicado en Jane's World Railways, entregada por el ferrocarril, se incluye en anexo y se cita más adelante.

La red del ferrocarril está compuesta de dos ramas principales. La primera, entre Antofagasta y Ollagüe, tiene 441 kilómetros y se desarrolla en dirección noreste. La segunda rama, de 118 kilómetros, sale de la estación O'Higgins en dirección sureste y conecta en Augusta Victoria con la vía Augusta Victoria – Socompa de Ferronor. Existe un ramal entre Antofagasta y Mejillones, de 69 kilómetros y una conexión entre Prat y Pampa de 50 kilómetros. Hay diversos ramales y desvíos de extensión relativamente corta para conectar los centros productivos.

La mayor parte del transporte de FCAB se efectúa en la rama principal, entre Antofagasta y Ollagüe, aunque en los últimos años un tonelaje creciente se moviliza hacia y desde los puertos de Mejillones.

Para efectuar el transporte FCAB tiene 67 locomotoras diesel, la mayoría modelo GR12 de General Motors y un total de 1007 vagones de diversos tipos.

La información entregada por FCAB acerca de su movimiento de carga es escasa y se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro 28**  
**Movilización de carga del FCAB 2008-2010**

Producto	2008		2009		2010	
	TMA	DM [km]	TMA	DM [km]	TMA	DM [km]
Cobre	1.684.051	254	1.918.954	242	1.817.717	242
Ácido sulfúrico	2.116.361	241	2.439.934	226	2.473.108	222
Otros minerales	766.745	448	881.832	454	825.374	449
Varios	10.328	428	4.503	441	15.358	432
<b>Total</b>	<b>4.577.485</b>	<b>281</b>	<b>5.245.223</b>	<b>271</b>	<b>5.131.557</b>	<b>267</b>

Fuente: FCAB

La información entregada no especifica orígenes o destinos; si el cobre movilizado son ánodos, cátodos o concentrados; los tipos de otros minerales y no separa la carga nacional de la internacional.

De otras fuentes se ha obtenido los principales transportes del FCAB:

**Cuadro 29**  
**Principales clientes del FCAB**

Mina	Propietario	Productos	↑↓	Producción TMA
Chuquicamata	Codelco	Cátodos de cobre	↓	850.000
		Concentrados de molibdeno	↓	35.000
		Ácido sulfúrico	↓	700.000
		Ánodos de cobre	↑	480.000
Gaby	Codelco	Cátodos de cobre	↓	150.000
Mantos Blancos	Anglo American	Cátodos de cobre	↓	40.000
		Concentrados de cobre	↓	40.000
Spence	BHP Billiton	Cátodos de cobre	↓	200.000
Escondida	BHP Billiton	Cátodos de cobre	↓	s.i.
Zaldívar	Barrick	Cátodos de cobre	↓	120.000
		Ácido sulfúrico	↑	s.i.
San Cristóbal	Apex/Sumitomo	Concentrados de plata	↓	600.000
Fundición				
Altonorte	Xstrata	Ánodos de cobre	↑	300.000
		Ácido sulfúrico	↑	900.000

No fue posible obtener información de volúmenes por cliente o una matriz origen/destino de los tráficos del FCAB. En la entrevista en sus oficinas de Antofagasta, la empresa declinó entregar la información aduciendo que se trata de una política de la compañía.

En relación con los proyectos a futuro, tampoco se entregó información. Sin embargo, de otras fuentes se obtuvo información del proyecto más importante que está en desarrollo, que corresponde al Proyecto Sierra Gorda de Minera Quadra.

La mina está ubicada al suroeste de la mina Spence y en etapa de régimen generará un transporte de diversos productos.

Concentrados de cobre:	1.000.000	TMA
Cátodos de cobre:	50.000	TMA
Ácido sulfúrico:	360.000	TMA
Combustibles:	200.000	TMA

El proyecto minero incluye las inversiones en desvíos para carga y descarga en la mina, así como un ramal de 10 km hasta la línea troncal del FCAB.

#### 8.4.2 FERRONOR

La red de Ferronor en la Región de Antofagasta está compuesta por la línea central que viene desde La Calera (Región de Coquimbo) y llega a Iquique (Región de Tarapacá), y el tramo de Augusta Victoria a Socompa (181 km) que conecta con la línea central por intermedio del tramo entre Palestina y Augusta Victoria, de propiedad del FCAB.

Ferronor y FCAB tienen un convenio de intercambio según el cual los trenes de FCAB que vienen desde Antofagasta o Mejillones pueden utilizar el tramo entre Augusta Victoria y Zaldívar (54 km) y los trenes de Ferronor pueden utilizar el tramo entre Palestina y Augusta Victoria (53 km), pagando peaje.

Ferronor tiene escasa actividad en esta zona. La conexión con Argentina funciona en forma intermitente y el gas que se traía desde Argentina por ferrocarril hasta Baquedano ya no se transporta. Por otra parte, las sales (400.000 TMA) que Ferronor transportaba desde el Salar de Atacama por camiones hasta Baquedano y luego por ferrocarril hasta Coya Sur (114 km), actualmente se transportan por camiones en todo el recorrido.

En cambio, el movimiento de trenes de FCAB hasta Escondida y Zaldívar se mantiene sin problemas y en cantidades crecientes.

En la Región de Antofagasta y con la excepción del tramo de Augusta Victoria a Socompa, la red de Ferronor es longitudinal, sentido en el que el tráfico es escaso. La mayoría de los proyectos mineros está en el área de influencia del FCAB y no se divisan proyectos que pudieran utilizar la red de Ferronor.

El único proyecto de interés para el ferrocarril es la mina El Laco, ubicada sobre la frontera con Argentina, al norte de Socompa. Este proyecto, que CAP ha estudiado a lo largo de muchos años, considera un transporte de 10 a 20 millones de TMA y requiere la construcción de un trazado ferroviario de 440 km que utilizaría parcialmente el tramo Augusta Victoria – Socompa (Monturaqui – Augusta Victoria).

El trazado consulta la construcción de una vía nueva entre la mina y Monturaqui, la rehabilitación del tramo Monturaqui Augusta Victoria y una nueva vía entre Augusta Victoria y un puerto aún no determinado.

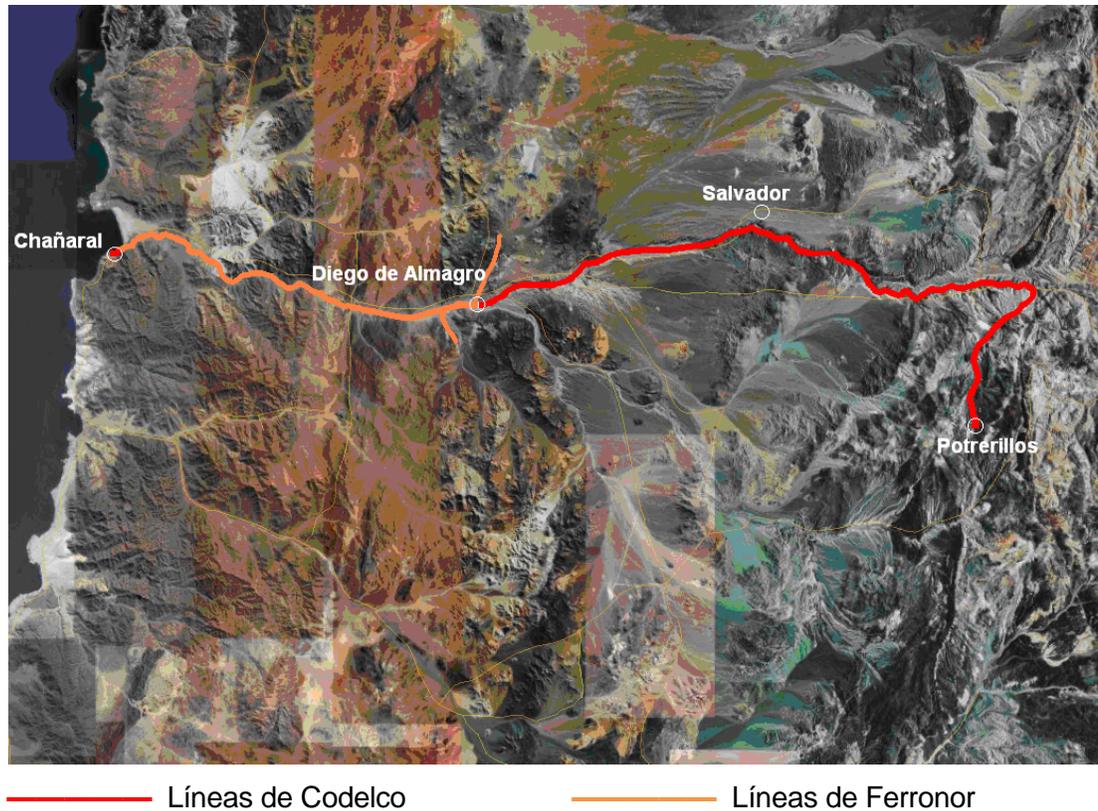
Sin embargo, CAP no ha tomado aún ninguna decisión sobre la explotación de El Laco, por sus elevados costos de explotación y transporte.

## 8.5 Ferronor sector Chañaral

Ferronor se hizo cargo de la operación del ferrocarril de Potrerillos, de propiedad de Codelco División Salvador, que Codelco operaba entre Potrerillos y Chañaral, pagando peaje en el tramo Diego de Almagro Chañaral de propiedad de Ferronor.

El ferrocarril transporta sólo los insumos y productos de las instalaciones de Codelco, por lo que los volúmenes transportados dependen de la producción de las minas y fundición. No se dispone de cifras recientes de transporte del ferrocarril.

**Figura 43**  
**Trazado ferrocarril Ferronor sector Chañaral**

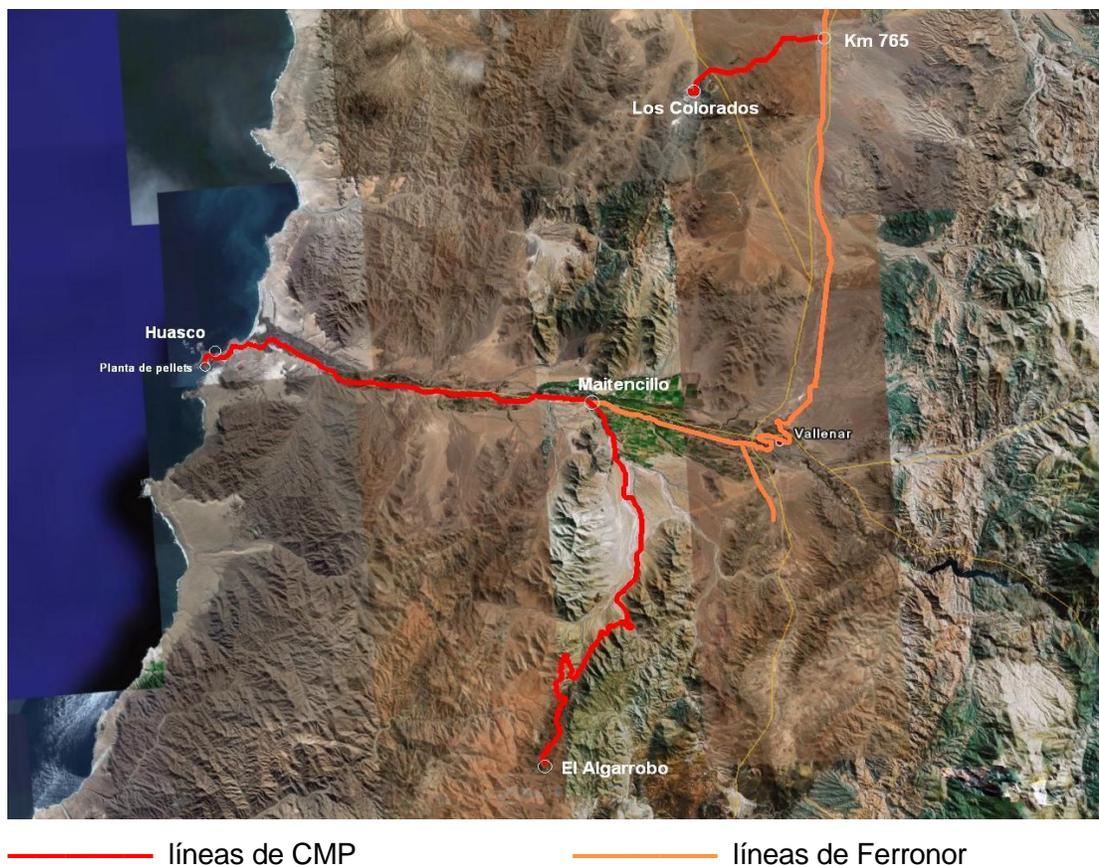


## 8.6 Ferronor-CMP sector Vallenar

En esta zona se concentran las mayores actividades de Ferronor, las que corresponden a las minas de hierro de Compañía Minera del Pacífico, filial de CAP.

Ferronor efectúa el transporte de la mina Los Colorados (6.000.000 TMA) a la Planta de Pellets de Huasco; de dos minas pequeñas (Sositas y Huantemé) que transportan sus minerales a Maitencillo por camiones, para seguir a la Planta de Pellets por ferrocarril (500.000 TMA), y desmontes de la mina El Algarrobo (500.000 TMA) con igual destino.

**Figura 44**  
**Trazado ferrocarril Ferronor-CMP sector Vallenar**



Para efectuar este transporte, Ferronor tiene un total de 14 locomotoras modelo GR12 de General Motors, una locomotora modelo GT26 y unos 180 vagones tolva de 60 toneladas de capacidad. Este equipo proviene parcialmente de la ex-Red Norte de EFE y del Ferrocarril de El Algarrobo. Además, utiliza 35 vagones tolva arrendados a CMP, provenientes del Ferrocarril de Romeral.

En este momento CMP está desarrollando un proyecto de ampliación de la mina Los Colorados, que elevará su producción a 9.000.000 TMA, y estudia otras alternativas de aumento de producción como Algarrobo Subterráneo y Alcaparra, que podrían llevar la producción de la zona a 12 y aún a 15 millones de TMA.

Ferronor no tiene otros negocios en la zona, aunque Agrosuper está desarrollando un proyecto de producción de carne de cerdo en las cercanías de Maitencillo que podría generar un tráfico de importancia desde el puerto de Huasco (Las Losas). Para efectuar este transporte por ferrocarril se requeriría circular por las vías de CMP, lo que está en estudio. Dado el aumento de producción que se prevé, la capacidad de transporte en la vía entre Maitencillo y Huasco podría verse demandada por sobre su capacidad actual, por lo que transportes adicionales pueden requerir nuevas inversiones.

## 8.7 CMP sector La Serena – Coquimbo

La Compañía Mineral del Pacífico transporta la producción de la mina El Romeral y El Tofo (desmontes) al puerto de Guayacán mediante un ferrocarril que CMP opera con equipos propios en líneas de su propiedad.

El transporte actual es de aproximadamente 2.500.000 TMA de los cuales 2.000.000 TMA corresponden a El Romeral.

**Figura 45**  
**Trazado ferrocarril CMP sector La Serena - Coquimbo**



Ferronor no tiene negocios en esta zona. Sin embargo, CMP tiene algunos proyectos de desarrollo entre los que figura la explotación de la mina El Pleito, una de cuyas alternativas consulta el transporte de 3.000.000 TMA de minerales a Romeral para su proceso.

La elección de esta alternativa requiere la rehabilitación de la vía férrea de Ferronor entre Pleito y La Compañía (Empalme Km 492) y el establecimiento de un sistema de trenes en el difícil trazado de la cuesta de Hualcuna.

**Figura 46**  
**Trazado ferroviario El Pleito - Romeral**



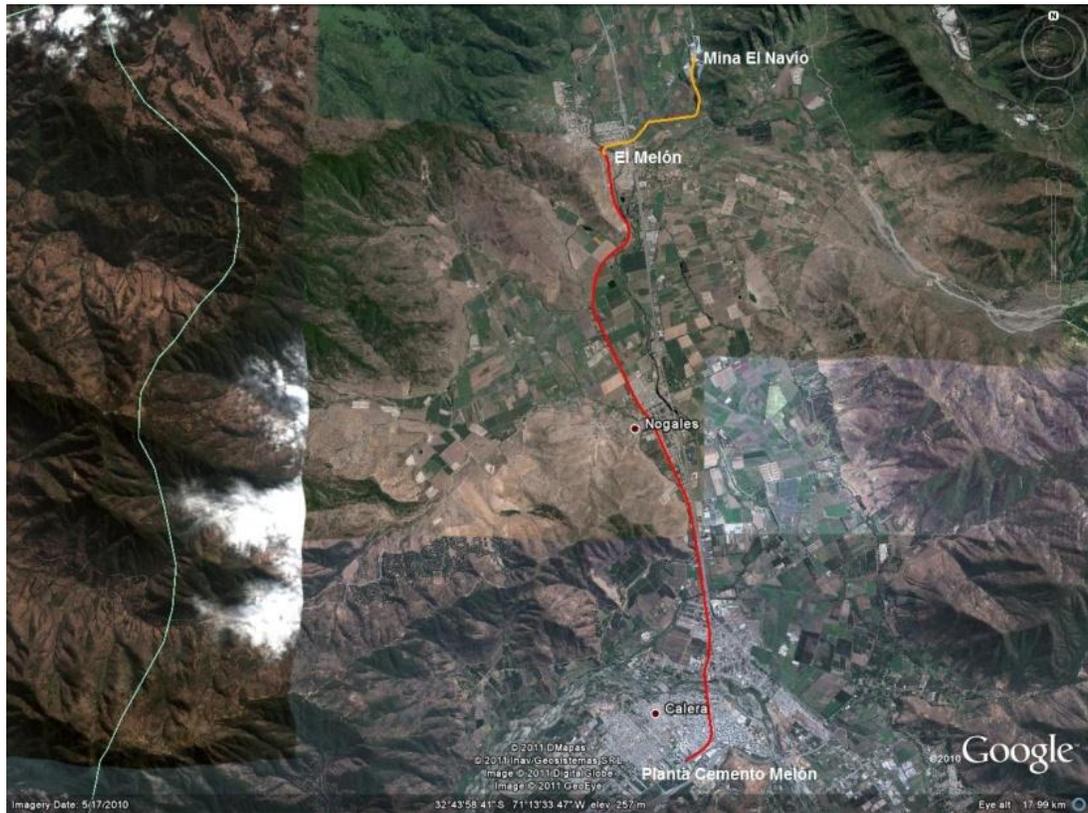
— Líneas de CMP

— Líneas de Ferronor

## 8.8 Ferronor sector La Calera

En este sector circulan trenes de propiedad de Cemento Melón que transportan caliza desde la mina El Navío, pagando peaje a Ferronor. Estos trenes no prestan servicio público y la mina está prácticamente agotada, por lo que el transporte ferroviario terminará en 2012. No se prevé otros transportes en este sector.

**Figura 47**  
**Trazado Ferronor sector La Calera**



— Líneas de Ferronor

— Líneas de Melón

## 9. Análisis del mercado de transporte ferroviario de carga red EFE

### 9.1 Descripción de la red

La red de EFE ha sido descrita en el Diagnóstico del Modo Ferroviario del MTT, ya mencionado. Consta de una línea troncal entre Valparaíso (Puerto) y Puerto Montt (La Paloma), de 1.254 km, con los ramales que se citan a continuación, que suman 622 km adicionales (sólo ramales con servicio):

San Pedro Ventanas	45,2	km	
Llay Llay Los Andes	45,7	km	
Los Andes Río Blanco	34,0	km	(trocha métrica)
Alameda Barrancas	110,1	km	
Paine Talagante	25,0	km	
San Fernando Pichilemu	119,1	km	(operan sólo 35,5 km)
Talca Constitución	88,6	km	(trocha métrica)
Rucapequén Nueva Aldea	19,3	km	
San Rosendo Talcahuano	85,3	km	
Concepción Lirquén	19,3	km	
Concepción Horcones	58,0	km	
Santa Fe Santa Bárbara	60,0	km	(operan sólo 20,4 km)
Coigüe Nacimiento	7,0	km	
Antihue Valdivia	28,3	km	(sin servicio)

Ramales abandonados (o levantados):

Monte Águila Polcura	72,5	km
Coigüe Mulchén	41,2	km
Pua Curacautín	48,6	km
Loncoche Villarrica	41,9	km
Lanco Panguipulli	52,5	km

En la figura siguiente se muestra la cobertura espacial de la red EFE actualmente operativa.

**Figura 48**  
**Trazado Red EFE**



El transporte de carga se efectúa en las líneas de EFE mediante dos porteadores privados: Fepasa y Transap. Estos porteadores operan sobre las líneas de EFE pagando ciertos derechos, formados por:

- a) Un canon fijo anual, cuyo monto depende del número de operadores según la fórmula siguiente.

$$C = \frac{60.000 + 20.000 \times (N-1)}{N} \quad [UF]$$

En que N es la cantidad de porteadores en el sistema.

- b) Un peaje fijo en las líneas definidas como Clase 1, con mínimo de 22.500 UF, cuyo monto anual depende de la extensión máxima de las vías utilizadas por cada porteador, según la fórmula siguiente.

$$PFL1 = 150.000 \times \frac{MKL1}{\sum_j MKL1} \quad [UF]$$

En que: MKL1 es la extensión máxima de líneas Clase 1 utilizada por el porteador j en el año, en kilómetros

$\sum_j MKL1$  es la sumatoria de las extensiones máximas de líneas Clase 1 utilizadas en el año por todos los porteadores incluso el porteador j.

- c) Un peaje fijo en las líneas definidas como Clase 2, cuyo monto anual es fijado por EFE de acuerdo con ciertos parámetros, con un mínimo de 150 UF por kilómetro, según la fórmula siguiente:

$$PFL2ij = PFi \times \frac{MKL2i}{\sum_j MKL2ij} \quad [UF]$$

En que: PFL2ij es el peaje fijo en la línea o ramal i a pagar por el porteador j

PFi es el monto del peaje fijo fijado por EFE para el ramal i

MKL2i es la extensión máxima de la línea o ramal i utilizada por el porteador j

$\sum_j MKL2ij$  es la sumatoria de las extensiones máximas de la línea o ramal i utilizadas por todos los porteadores

- d) Un peaje variable, de 0,071 UF por cada mil toneladas-kilómetro brutas completas que circulen por líneas Clase 1 o Clase 2. El peaje variable no se paga si el porteador efectúa el mantenimiento de la línea o ramal.

El porteador Fepasa opera prácticamente en la totalidad de la red de EFE. Para efectuar el transporte, Fepasa cuenta con el siguiente equipo:

	45 locomotoras diesel de línea
	28 locomotoras diesel de patio
	6 locomotoras eléctricas de línea
	9 locomotoras eléctricas de patio
Total	88 locomotoras

	173 carros bodega de 30 t
	332 carros bodega para celulosa de 50 t
	140 carros cajón de 30 t a 50 t
	113 carros estanque de 30 t y 50 t
	1.020 carros planos de 30 t a 60 t
	117 carros planos para contenedores de basura de 40 t
	409 tolvas cerradas de 50 t
	28 tolvas abiertas de 50 t
	17 carros diversos de 30 t a 50 t
Total	2.349 carros

EFE vendió a Fepasa aproximadamente 4.000 carros de carga en diverso estado, por lo que Fepasa cuenta aún con una cantidad de carros excedente que puede reparar a costo relativamente bajo.

El porteador Transap opera solamente en dos sectores limitados de la red. En el tramo entre Los Lirios y Barrancas, efectúa el transporte de aproximadamente 1.000.000 TMA de ácido sulfúrico de Codelco Teniente (149 km). En la VIII Región, transporta aproximadamente 3.000.000 TMA de celulosa desde las plantas de Mininco, Santa Fe y Laja de CMPC, hasta los puertos de la zona, Coronel, San Vicente y Lirquén, junto con cantidades limitadas de productos químicos desde Talcahuano a dichas plantas. La extensión máxima es de 171 km (Mininco Coronel).

No se tiene información sobre el parque de locomotoras y carros de Transap.

## 9.2 Caracterización y análisis de demanda

Sobre la red EFE existen dos operadores ferroviarios: Fepasa y Transap. Fepasa posee múltiples clientes, transportando variados tipos de productos y utilizando prácticamente toda la red de EFE. Transap, por su parte, es un porteador de carga que solo atiende a dos clientes: Empresas CMPC y CODELCO; y utiliza solo una parte menor de la red de EFE.

En relación a la información de demanda, para estas empresas se dispuso de datos detallados de las cargas transportadas para los años 2008 y 2009, y en el caso de Fepasa también para el 2010. Estas matrices procesadas y consolidadas se presentan en el archivo “Matriz consolidada Fepasa-Transap.xlsx” en el anexo digital del presente informe.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen que muestra para cada sector económico los productos transportados por el ferrocarril en la red en análisis.

**Cuadro 30**  
**Productos transportados en ferrocarril red EFE**

Etiquetas de fila	2008	2009	2010 (*)
<b>agrícola</b>	<b>325.984</b>	<b>257.848</b>	<b>181.614</b>
Arroz	20.302	17.904	14.956
Cebada	22.301	21.065	18.948
Maíz	242.856	125.544	16.647
Soya	14.288		
Trigo	26.236	93.335	131.063
<b>agroindustrial</b>	<b>166.565</b>	<b>132.981</b>	<b>98.531</b>
Alimento animales	39.441		
Coseta	16.314	15.013	8.728
Harina	28.050	6.373	3.001
Malta	62.936	59.480	38.946
Sorgo		30.555	41.278
Soya	19.824	21.560	6.578
<b>contenedor</b>	<b>625.865</b>	<b>424.209</b>	<b>539.688</b>
Contenedor c/carga	603.923	408.338	515.375
Contenedor vacío	21.943	15.871	24.313
<b>forestal</b>	<b>4.438.244</b>	<b>4.222.291</b>	<b>2.205.109</b>
Celulosa	3.681.033	3.750.550	1.635.304
Madera	86.440	79.997	96.395
Tableros	5.731	39.769	17.294
Trozos	665.040	351.975	456.116
<b>minero</b>	<b>3.288.563</b>	<b>3.190.629</b>	<b>1.215.077</b>
Ácido	1.036.280	1.075.590	12.910
Caliza	14.383	8.943	1.571
Carboncillo	121.540	60.970	41.525
Cobre	2.105.899	2.041.046	1.159.073
Fertilizantes	10.461	4.080	
<b>industrial y construcción</b>	<b>983.548</b>	<b>655.958</b>	<b>311.407</b>
Acero	216.495	191.368	113.068
Carga general	1	1.465	15
Cemento	376.696	86.045	21.362
Clorato	59.287	59.622	43.479
Combustible	55.553	50.455	30.623
Filler	16.287		
Insumos ferroviarios		9.947	7.990
Oxígeno	80		
Pallets	75		
Químicos	128.657	130.462	
Soda	130.159	126.595	94.871
Tapas	259		
<b>residuos domiciliarios</b>	<b>1.775.821</b>	<b>1.754.093</b>	<b>1.721.881</b>
Contenedor c/residuos	1.691.761	1.669.881	1.717.675
Percolados	84.060	84.213	4.206
<b>Total general</b>	<b>11.604.590</b>	<b>10.638.007</b>	<b>6.273.307</b>

Fuente: Fepasa y Transap

(\*) Solo información de Fepasa

Del cuadro anterior se desprende que el mayor transporte realizado por el ferrocarril en esta red corresponde al sector forestal, siendo la celulosa el principal producto transportado con 3,8 millones de toneladas anuales entre ambas empresas

porteadoras, seguido por los trozos con medio millón de toneladas anuales transportadas por Fepasa. La madera aserrada y los tableros que son destinados a exportación están también teniendo un aumento incipiente, aunque aún no representan un volumen de mucha importancia.

En segundo lugar se encuentra el sector minero, en donde el cobre transportado por Fepasa alcanzó los 2 millones de toneladas al año (2008-2009), aunque disminuyó a solo 1,2 millones de toneladas durante el 2010, y el transporte de ácido sulfúrico realizado por Transap de 1 millón de toneladas al año y poco menos de 30 mil toneladas anuales que transportó Fepasa. Otro transporte, pero de mucho menor volumen es el carboncillo con 120 mil toneladas en 2008, pero disminuyendo a solo 40 mil toneladas en 2010.

En tercer lugar se encuentra el sector industrial y construcción, en donde el acero y el cemento (ambos transportados por Fepasa) representan los principales productos, pero los datos muestran una disminución significativa entre 2008 y 2010. Por su parte, Transap se encuentra transportando del orden de 130 mil toneladas anuales de químicos y 14 mil toneladas de combustible, los cuales corresponden exclusivamente a insumos requeridos en las plantas de su cliente CMPC, los cuales circulan en el sentido opuesto de los productos transportados a puerto (celulosa y tableros). Del mismo modo Fepasa transporta combustible (35 mil ton), clorato (60 mil ton) y soda (125 mil ton), principalmente entre Talcaguano y las plantas de celulosa de Arauco.

En cuarto lugar se encuentra el transporte de contenedores, efectuado exclusivamente por Fepasa y con poco más de medio millón de toneladas anuales.

Finalmente se encuentran productos agrícolas y agroindustriales. Corresponden a una serie de productos varios transportados por Fepasa, siendo los principales el maíz (con una fuerte disminución entre 2008 y 2010), el trigo (con un importante aumento entre 2008 y 2010), la malta y el sorgo (con 40 mil ton cada uno en 2010).

Un caso particular lo constituye el transporte de residuos domiciliarios de la Región Metropolitana con casi 1,7 millones de toneladas que se transportan desde una planta de transferencia localizada en la comuna de Quilicura (a donde llegan los camiones recolectores de basura) hasta la localidad de Montenegro, a 60 km. al norte de Santiago, donde son depositados en un relleno sanitario de propiedad de la empresa Urbaser Kiasa.

A continuación se realiza un análisis detallado para los principales productos y pares OD transportados por ferrocarril.

## 9.2.1 Sector forestal

### 9.2.1.1 Celulosa

El principal producto forestal transportado por el ferrocarril es la celulosa y los movimientos corresponden al transporte entre las diversas plantas existentes en la zona sur del país a los puertos de la Región del Bío Bío.

Clientes:	CMPC, ARAUCO
Operador:	Fepasa (Arauco); Transap (CMPC)
Producto:	Celulosa
Volumen:	ARAUCO: 2,2 millones de toneladas anuales CMPC: 1,6 millones de toneladas anuales
Origen:	Laja, Mininco, Nacimiento, Horcones, Nueva Aldea, Mariquina, Constitución
Destino:	Puerto de Coronel, Puerto de Liquén y Puerto de San Vicente
Estación de carga:	Las plantas de celulosa poseen acceso ferroviario, con excepción de Constitución, donde la celulosa se carga en la estación San Javier.
Estación descarga:	Los tres puertos poseen acceso ferroviario
Logística:	La unidad de carga es el "unit" de 2 toneladas que contienen 8 fardos. Este paquete se arma automáticamente al final de la línea de producción. Los "unit" se clasifican (ciertas calidades no se exportan y quedan para el mercado nacional) y se almacenan en bodega a la espera de ser cargados al tren.

Resto de plantas

Constitución

<b>Empaque Almacenamiento</b>	<b>Línea de producción Bodega</b>	<b>Línea de producción Bodega</b>
<b>Carguío</b>	<b>Carro de ferrocarril</b>	<b>Camión Transporte a San Javier Trasbordo a carro de ferrocarril</b>
<b>Transporte</b>	<b>Ferrocarril</b>	<b>Ferrocarril</b>
<b>Descarga Almacenamiento</b>	<b>Por el puerto En el puerto</b>	<b>Por el puerto En el puerto</b>

Las operaciones en el recuadro corresponden al transportista. Sin embargo, en el caso de celulosa Arauco el carguío en la planta lo realiza el cliente por medio de contratistas.

### 9.2.1.2 Trozos

Los trozos son transportados desde diversos orígenes a plantas de celulosa y aserraderos. Por definición, el transporte de trozos es multimodal, ya que no es posible que el ferrocarril acceda a los bosques en explotación. Luego, desde los bosques se transportan los trozos a canchas de acopio localizadas en algunas estaciones ferroviarias, desde donde son cargadas al ferrocarril para su transporte a destino. Los movimientos se describen a continuación.

Clientes: Bosques Arauco, Forestal Mininco, Forestal Valdivia  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Trozos para celulosa  
 Volumen total: 450 mil toneladas en el 2010  
 Origen - Destino Principales OD actuales

Origen-Destino	Ton/año 2010
Horcones-Nueva Aldea	107.325
Inspector Fernández-Coronel	37.407
Inspector Fernández-Horcones	12.869
Inspector Fernández-Mariquina	107.838
Inspector Fernández-Nueva Aldea	56.740
Loncoche-Nacimiento	10.637
Molina-Nueva Aldea	33.840
Pidima-Nueva Aldea	37.143
Pillanlelbun-Nacimiento	21.660

Logística: En trozos existen 3 tipos de transportes: rollizo aserrable, metro ruma (pulpable), metro ruma (astillable). Los trozos se transportan desde los bosques en explotación y se acopian en canchas ubicadas en estaciones ferroviarias cercanas. Para los orígenes más importantes, tales como Inspector Fernández y Horcones, se despachan trenes día por medio. En general se utilizan trenes dedicados a los trozos, los cuales son alternados entre los distintos OD de menores volúmenes.

Transporte a acopio	Camión
Acopio ferroviario	Estación de ferrocarril o cancha con acceso
Carguío a carro	Grúa con implemento para trozos
Estiba y amarre	Contratista
<b>Transporte</b>	<b>Ferrocarril</b>
Descarga	Patio en plantas por la planta
Acopio	Cancha de recepción en plantas

Las operaciones en el recuadro corresponden al transportista. Sin embargo, en algunas ocasiones el carguío corre por cuenta del transportista.

## 9.2.2 Sector minero

### 9.2.2.1 Cobre

El principal producto transportado por el ferrocarril en este sector corresponde al cobre que es transportado a puerto para su exportación. Los movimientos principales de cobre se describen a continuación.

Cliente:	Codelco El Teniente
Operador:	Fepasa
Producto:	Cobre metálico
Volumen:	350 mil toneladas anuales
Origen:	Caletones
Destinos:	Puerto de San Antonio, Puerto de Valparaíso y Puerto de Ventanas
Estación de carga:	Rancagua
Estación descarga:	Barrancas, Barón, Ventanas
Logística:	El cobre se transporta en camión desde la fundición Caletones a Rancagua donde es acopiado, clasificado y transferido al ferrocarril para su posterior transporte a puerto.

Almacenamiento	Patio Caletones
Carguío	Grúas del patio
Transporte	En camiones al patio de Rancagua
Descarga	Grúas del patio
Almacenamiento	Patio de Rancagua
Clasificación y despacho por DET	
Carguío	Grúas del patio
<b>Transporte</b>	<b>Ferrocarril</b>
Descarga	Grúas del despachador
Carguío a contenedor	Despachador

Cliente:	Anglo American Sur S.A.
Operador:	Fepasa
Producto:	Cobre metálico
Volumen:	150 mil toneladas anuales
Origen:	Fundición Chagres

Destinos: Puerto de San Antonio, Puerto de Valparaíso y Puerto de Ventanas

Estación de carga: Chagres

Estación descarga: Barrancas, Barón, Ventanas

Etapas de viaje: El cobre se transporta en ferrocarril desde la fundición al puerto.

**Almacenamiento**  
**Carguío**

**Patio Chagres**  
**Grúas del patio**

**Transporte**

**Ferrocarril**

**Descarga**

**Grúas del despachador**

**Carguío a contenedor**

**Despachador**

Cliente: Codelco División Andina

Operador: Fepasa

Producto: Concentrado de cobre

Volumen: 800 mil toneladas anuales

Origen: Bodega de almacenamiento de concentrado en Saladillo

Destino: Puerto de Ventanas

Estación de carga: Saladillo

Estación descarga: Ventanas

Logística: El concentrado de cobre se transporta en ferrocarril en todo el trayecto, en contenedores metálicos de 10 toneladas (4 por carro), los que son trasbordados de carros de trocha angosta a carros de trocha ancha en Los Andes.

**Acopio**  
**Carguío**

**Planta de filtros Saladillo**  
**Correas CDA a contenedores**

**Transporte**

**Ferrocarril Saladillo Los Andes (trocha 1.000 mm)**

**Trasbordo**

**Patio Los Andes con grúa portal**

**Transporte**

**Ferrocarril Los Andes Ventanas**

**Descarga**

**Grúas CDA a acopio concentrado**

**Carguío a barco**

**Correas**

### 9.2.2.2 *Ácido sulfúrico*

Cliente: Codelco Teniente  
 Operador: Transap  
 Producto: Ácido sulfúrico  
 Volumen: 1 millón de toneladas anuales  
 Origen: Fundición Caletones  
 Destino: Puerto de San Antonio  
 Estación de carga: Los Lirios  
 Estación descarga: Barrancas

Logística: El ácido sulfúrico se transporta en camiones estanque desde la fundición de Caletones hasta las instalaciones de la División en Los Lirios, en la comuna de El Olivar, donde es transferido desde los camiones a los estanques de almacenamiento de la estación de transbordo, desde los cuales se carga al ferrocarril para su posterior transporte al puerto de San Antonio, donde es recepcionado en las instalaciones de Terquim S.A. y almacenado en estanques, desde los cuales el ácido es transferido al buque.

Almacenamiento	Estanques ácido Caletones
Carguío	Mangas de carguío en estación ácido
Transporte	En camiones a planta de cal DET Los Lirios
Descarga	A estanque de acumulación
Almacenamiento	Estanques Los Lirios
Carguío	Bombeo a carros de ferrocarril

<b>Transporte</b>	<b>Ferrocarril</b>
-------------------	--------------------

Descarga	Gravitacional y bombeo a estanques por despachador
Carguío a barco	Bombeo por despachador (Terquim)

### 9.2.3 Sector industrial y construcción

Los principales productos transportados por el ferrocarril en este sector son el acero, el cemento y productos químicos.

#### 9.2.3.1 Acero

El principal movimiento de acero es el siguiente.

Cliente: Compañía Siderúrgica Huachipato  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Planchas de acero en rollos  
 Volumen: 105 mil toneladas (2010)  
 Origen: Huachipato  
 Destino: Santiago  
 Estación de carga: Talcahuano (planta)  
 Estación descarga: Alameda  
 Etapas de viaje: Grandes clientes                                  Otros sin acceso FC

**Acopio  
Carguío**

**En patio Huachipato En patio Huachipato  
Grúas CAP Grúas CAP**

<b>Transporte</b>	<b>Ferrocarril</b>	<b>Ferrocarril</b>
<b>Trasbordo camión</b>	<b>No</b>	<b>Pescante eléctrico Alameda</b>
<b>Transporte ciudad</b>	<b>No</b>	<b>Camión</b>
<b>Descarga</b>	<b>Grúas cliente</b>	<b>Grúas cliente</b>

#### 9.2.3.2 Cemento

El principal movimiento de cemento en la actualidad es:

Cliente: Cemento Melón  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Cemento a granel  
 Volumen: 21 mil toneladas (2010)  
 Origen: Planta La Calera  
 Destino: S/I  
 Estación de carga: La Calera (planta)  
 Estación descarga: Nebuco  
 Etapas de viaje: S/I

### 9.2.3.3 *Productos químicos*

Los principales movimientos de químicos son:

Cliente: Eka Chile S.A.  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Clorato sólido en estanques  
 Volumen: 43 mil toneladas (2010)  
 Origen: Talcahuano  
 Destino: Plantas de celulosa (Celco)  
 Estación de carga: Talcahuano  
 Estación descarga: Horcones, Mariquina, Nueva Aldea

Etapas de viaje: El clorato es cargado en la planta, en carros estanque acondicionados para este transporte, en forma de escamas. Se transporta en los trenes que llevan equipo vacío de celulosa a las plantas respectivas.

En planta, los carros se colocan en los desvíos de químicos, donde se descargan disolviendo el clorato con agua en el carro mismo y descargando a estanques de acumulación.

Carguío	Cliente
Transporte	Ferrocarril
Descarga	Plantas de celulosa

Cliente: OCCIDENTAL CHEMICAL CHILE  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Soda cáustica  
 Volumen: 95 mil toneladas (2010)  
 Origen: Puerto San Vicente  
 Destino: Plantas de celulosa (Celco)  
 Estación de carga: Talcahuano  
 Estación descarga: Horcones, Mariquina, Nueva Aldea  
 Etapas de viaje: S/I

Cliente: CMPC  
Operador: Transap  
Producto: Productos químicos (soda, clorato de sodio)  
Volumen: 130 mil toneladas (2010)  
Origen: Talcahuano  
Destino: Plantas de celulosa (CMPC)  
Estación de carga: Talcahuano  
Estación descarga: Plantas Laja, Mininco, Nacimiento  
Etapas de viaje: S/I

#### **9.2.4 Contenedores**

Los principales movimientos de contenedores son los siguientes:

Cliente: Varios  
Operador: Fepasa  
Producto: Contenedor cargado  
Volumen: 88 mil toneladas (2010)  
Origen: Puerto de Valparaíso  
Destino: Santiago  
Estación de carga: Barón  
Estación descarga: Alameda  
Etapas de viaje: S/I

Cliente: SITRANS  
Operador: Fepasa  
Producto: Contenedor cargado  
Volumen: 93 mil toneladas (2010)  
Origen: Puerto de Valparaíso  
Destino: Depósito Sitrans  
Estación de carga: Barón  
Estación descarga: Lo Espejo  
Etapas de viaje: S/I

Cliente: Varios  
Operador: Fepasa  
Producto: Contenedor cargado  
Volumen: 95 mil toneladas (2010)  
Origen: Puerto de San Antonio  
Destino: Santiago  
Estación de carga: Barrancas  
Estación descarga: Alameda  
Etapas de viaje: S/I

Cliente: SITRANS  
Operador: Fepasa  
Producto: Contenedor cargado  
Volumen: 42 mil toneladas (2010)  
Origen: Puerto de San Antonio  
Destino: Depósito Sitrans  
Estación de carga: Barrancas  
Estación descarga: Lo Espejo  
Etapas de viaje: S/I

Cliente: SITRANS  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Contenedor cargado  
 Volumen: 25 mil toneladas (2010)  
 Origen: Puerto de San Antonio  
 Destino: Renca  
 Estación de carga: Barrancas  
 Estación descarga: Renca  
 Etapas de viaje: S/I

Cliente: Empresas CAROZZI S.A.  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Contenedor cargado  
 Volumen: 83 mil toneladas (2010)  
 Origen: Planta Teno  
 Destino: Santiago, Puerto Valparaíso y Puerto San Antonio  
 Estación de carga: Teno  
 Estación descarga: Alameda, Barón y Barrancas  
 Etapas de viaje: Los contenedores provienen de la filial Agrozzi, cuya fábrica no tiene acceso ferroviario por estar en el lado opuesto de la carretera (Ruta 5, Teno). Se transportan en camiones hasta la Estación Teno, donde se trasbordan a carros de ferrocarril para su transporte al puerto de destino.

**Carguío**

**Cliente en planta Agrozzi**

**Transporte**  
**Trasbordo a carro**  
**Transporte**  
**Descarga**

**Camión a Estación Teno (5 km)**  
**Grúa Fepasa**  
**Ferrocarril a puerto**  
**Grúas puerto**

### 9.2.5 Sector agrícola y agroindustrial

Cliente: CIA. MOLINERA SAN CRISTOBAL  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Trigo a granel  
 Volumen: 61 mil toneladas (2010)  
 Origen: Puerto de Ventanas  
 Destino: Planta Malloco  
 Estación de carga: Ventanas  
 Estación descarga: Malloco  
 Etapas de viaje: El trigo se carga en el puerto mediante tolvas especializadas para carguío de tolvas estanque ferroviarias (o de camiones). La descarga se efectúa por gravedad ,mediante compuertas inferiores en los silos de Malloco.

Carguío	Puerto
Transporte	Ferrocarril
Descarga	Cliente

Cliente: MERCOS EXPRESS S.A.  
 Operador: Fepasa  
 Producto: Sorgo  
 Volumen: 28 mil toneladas (2010)  
 Origen: Puerto de Ventanas  
 Destino: Rancagua  
 Estación de carga: Ventanas  
 Estación descarga: Rancagua  
 Etapas de viaje: El proceso es el mismo que para el trigo.

Carguío	Puerto
Transporte	Ferrocarril
Descarga	Cliente

Cliente: CERVECERA CCU CHILE LTDA  
Operador: Fepasa  
Producto: Malta  
Volumen: 26 mil toneladas (2010)  
Origen: San Pedro  
Destino: Planta CCU Quilicura  
Estación de carga: San Pedro  
Estación descarga: Quilicura (planta)  
Etapas de viaje: El proceso es el mismo que para el trigo.

Carguío	Puerto
Transporte	Ferrocarril
Descarga	Cliente

## 10. Costos

### 10.1 Introducción

Como parte del análisis del mercado de carga ferroviaria presentado en los capítulos 8 y 9, se identificaron los principales productos actualmente transportados por los ferrocarriles a lo largo de todo el país. Para los movimientos más relevantes de dichos transportes se realizó una estimación de costos logísticos (privados) y costos externos relativos a su transporte en el modo ferroviario (o combinado camión-ferrocarril), comparándolos con aquellos en que se incurrirían en el caso de transportarlos por camión.

Los productos y pares origen destino seleccionados para realizar la estimación de costos son los siguientes:

- Mineral de hierro entre Los Colorados y planta de pellets de Huasco (6 millones de TMA)
- Cobre metálico entre la fundición Caletones y los puertos de San Antonio, Valparaíso y Ventanas (337 mil TMA)
- Concentrado de cobre entre Saladillo y el puerto de Ventanas (800 mil TMA)
- Ácido sulfúrico entre la fundición Caletones y el puerto de San Antonio (1 millón de TMA)
- Celulosa entre las plantas de Laja, Nacimiento y Mininco, y los puertos de Coronel, San Vicente y Lirquén en la Región del Bío Bío (1,6 millones de TMA)

Los costos presentados más adelante corresponden a una estimación realizada por el consultor a partir de su conocimiento y antecedentes recopilados en el presente estudio. Ello debido a que, tanto los transportistas como los generadores de carga, no entregan información de sus costos.

En lo que se refiere a los costos ferroviarios, ellos han sido estimados según los criterios recomendados en el Manual de Evaluación de Proyectos Ferroviarios de Sectra. Los costos estimados son directos y consideran los siguientes conceptos:

- Consumo de combustible, a partir de consumos estándar por kilómetro de locomotoras promedio, a razón de 800 USD/ton.
- Costo de personal de trenes, a partir de dotaciones calculadas de los ciclos de rotación, a razón de 13.000 a 15.000 USD/maquinista-año,
- Costo de mantenimiento de locomotoras, a razón de 2,5 USD/loc-km.
- Costo de mantenimiento de carros, a razón de 0,05 – 0,06 USD/car-km.
- Costos de capital de locomotoras, a partir de valores estimados para cada caso según antigüedad y vida útil residual, entre USD 1.000.000 y USD 2.000.000.
- Costo de capital de carros, a partir de valores estimados para cada caso según tipo, antigüedad y vida útil residual, entre USD 25.000 y USD 100.000.
- Otros costos, estimados como un porcentaje del total de los anteriores (10%).

En relación con los costos viales, ellos fueron estimados a partir de los antecedentes sobre estructura de costos y consumos operacionales y de capital contenidos en el estudio “Análisis económico del transporte de carga nacional”, Subsecretaría de Transportes 2009.

- Consumo de combustible estándar según tipo de camiones utilizados, en general todos los vehículos considerados corresponden al tipo pesado, con un rendimiento promedio estándar de 2 km/l (valor del petróleo a 800 USD/ton; conversión: 0,89 ton/m<sup>3</sup>).
- Repuestos: costo estándar de 0,15 a 0,17 USD/veh-km.
- Personal de mantenimiento: dotaciones de acuerdo al tamaño de la flota se traducen entre 0,02 y 0,025 USD/veh-km
- Personal de conducción: entre 2 y 3 conductores por camión según operación de 16 o 24 horas, a costo de USD 20.000 por conductor al año.
- Administración: estimación costo gerencia y personal de administración y operaciones, según tamaño de flota, de acuerdo a estándares definidos en el estudio referido.
- Depreciación vehículos: depreciación lineal indicando en cada caso los valores y parámetros utilizados.
- Costos seguros y otros: costo estándar (200.000 \$/veh-mes)

En relación a los costos logísticos (carga y descarga), corresponden a estimaciones del consultor a partir de los costos de maquinarias, energía, mantenimiento, personal e instalaciones utilizadas en estas faenas.

En la sección 10.2 se reportan los costos logísticos asociados a los transportes antes descritos. Es importante hacer notar que lo que se estima y compara entre los dos modos no es la tarifa de transporte, sino que los costos (a valor privado).

En la sección 10.3 se expone en primer lugar una discusión sobre costos externos, una propuesta metodológica para su estimación en el presente estudio y las estimaciones propiamente tales para cada uno de los transportes considerados.

Finalmente en la sección 10.4 se presenta un resumen de los costos estimados, tanto logísticos como externos.

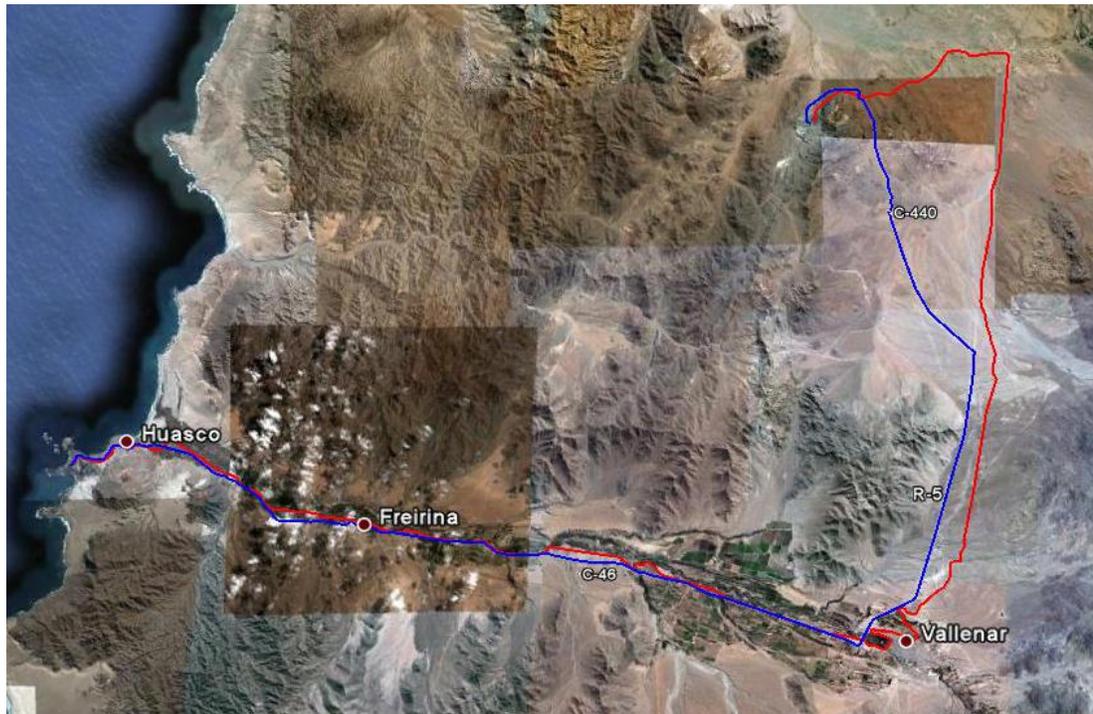
En Anexo Digital se entregan las planillas donde se realizaron los cálculos.

## **10.2 Estimación de costos logísticos**

### **10.2.1 Mineral de hierro**

Se trata del transporte de 6 millones de TMA de mineral de hierro que actualmente se transportan por ferrocarril entre la mina Los Colorados y la planta de pellets de Huasco.

**Figura 49**  
**Recorridos transporte de hierro Los Colorados - Huasco**



En la figura anterior, el recorrido mostrado en color rojo corresponde al ferrocarril, con una distancia total de 109 km. En azul se muestra el recorrido por camión con una distancia total de 92 km (22 km. Ruta C-440 no pavimentados; 20 km. Ruta 5; 50 km. Ruta C-46).

#### 10.2.1.1 Estimación costos logísticos ferroviarios

Características del convoy:

- Conformación convoy: 2 locomotoras y 35 vagones
- Tipo de locomotora: GR12 de 1400 HP
- Peso bruto locomotora: 87 ton
- Tipo de vagón: tolva con descarga inferior
- Tara vagón: 18 ton
- Capacidad de carga vagón: 60 ton
- Peso bruto convoy: 2.904 ton/convoy
- Peso total carga: 2.100 ton/convoy

Método de carga: tolva dosificadora fija que se carga por correa transportadora. Los vagones pasan bajo ella cargándose en forma casi continua.

Tiempo de carga: 47 min (rendimiento promedio de 2.667 ton/h)

Tiempo de viaje ida: 7 h. 42 min

Tiempo de viaje vuelta: 3 h. 52 min

Método de descarga: por gravedad sobre una tolva inferior que descarga en una correa transportadora, descargándose 3 vagones simultáneamente.

Tiempo de descarga: 1 h. (rendimiento promedio de 2.100 ton/h)

Tiempos de maniobra en origen: 20 min. antes de carguío y 25 min. post carguío.

Tiempos de maniobra en destino: 40 min.

Obs.: el tren cargado (ida) debe ser remolcado en el tramo entre el km. 765 y km. 747 de la línea central de Ferronor con locomotora GT26 de 3.000 HP (18 km.).

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de rotación promedio del equipo rodante es de 14,8 h.

Considerando los datos anteriores, para transportar las 6 millones de toneladas anuales se requiere correr un total de 2.857 trenes en el año (media de 7,8 trenes diarios). Como no siempre es posible alcanzar la media todos los días, por variaciones de la producción, fallas en las instalaciones de carguío o de descarga, accidentes ferroviarios, falla de locomotoras, etc. se fijó un parque suficiente para correr hasta un máximo de 10 trenes al día. Considerando el ciclo de rotación del equipo es necesario disponer de material rodante para conformar 6 convoyes independientes.

El equipo rodante disponible corresponde a 14 locomotoras GR12 (2 en reserva), 1 locomotora GT26 (remolque) y 215 vagones. La longitud media de recorrido por viaje es de 220 km.

De acuerdo con los datos anteriores se han estimado los siguientes costos del transporte por ferrocarril, a partir de costos estándar y recorridos efectivos:

- Combustible: USD 6.528.000 por año
- Personal: USD 800.000 por año
- Mantenimiento locomotoras: USD 3.400.000 por año
- Mantenimiento vagones: USD 1.100.000 por año
- Mantenimiento vías: USD 1.645.843 por año
- Depreciación: USD 1.422.000 al año
- Administración: USD 1.467.970 por año
- Costo carga en Los Colorados: USD 229.000 (0,038 USD/ton)
- Costo descarga en Huasco: USD 485.000 (0,089 USD/ton)

Luego, los costos logísticos totales son:

- **Costo total transporte ferroviario: 17.099.427 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 2,85 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,026 USD/ton-km**

#### 10.2.1.2 Estimación costos logísticos viales

Características del vehículo:

- Camión de batea
- Capacidad de carga camión: 28 ton

Método de carga: tolva dosificadora fija que se carga por correa transportadora.

Tiempo de carga: 2 min.

Tiempo de viaje ida: 1 h. 45 min.

Tiempo de viaje vuelta: 1 h. 45 min.

Método de descarga: por gravedad sobre una tolva inferior que descarga en una correa transportadora.

Tiempo de descarga: 2 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min. antes de carguío y 30 min. post carguío. La espera antes del carguío corresponde básicamente a colas en la operación (debe despacharse aproximadamente 30 – 40 camiones por hora), incluso el pesaje vacío de los camiones y documentación. El tiempo después del carguío corresponde a la preparación del camión para el viaje.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 60 min. La espera antes de la descarga corresponde a colas en la operación (debe recibirse aproximadamente 30 – 40 camiones por hora), incluso el pesaje de los camiones y documentación.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 6,1 h.

Para transportar 6 millones de toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 214.286 viajes en el año, es decir, 587 viajes diarios. Considerando el tiempo de ciclo, un camión puede realizar 3,9 viajes por día, requiriéndose una flota operativa de 150 camiones. Considerando un 10% de flota adicional, se estima un total de 165 camiones.

Cada viaje posee una longitud de 184 km. más los recorridos de maniobras y en vacío que se estiman en un 10% adicional. Es decir, el recorrido por viaje es de 202 km.

Los costos estimados para este transporte son:

- Combustible: USD 15.409.714 por año
- Repuestos: USD 6.492.857 por año
- Personal de mantenimiento: USD 495.000 por año
- Personal de conducción: USD 9.960.000 por año
- Administración: USD 663.830 por año
- Depreciación vehículos: USD 2.818.200 por año
- Costos seguros y otros: USD 934.468 por año
- Costo carga en Los Colorados: USD 344.000 por año
- Costo descarga en Huasco: USD 521.000 por año

Luego, los costos logísticos totales son:

- **Costo total transporte vial: 37.639.069 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 6,27 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,067 USD/ton-km**

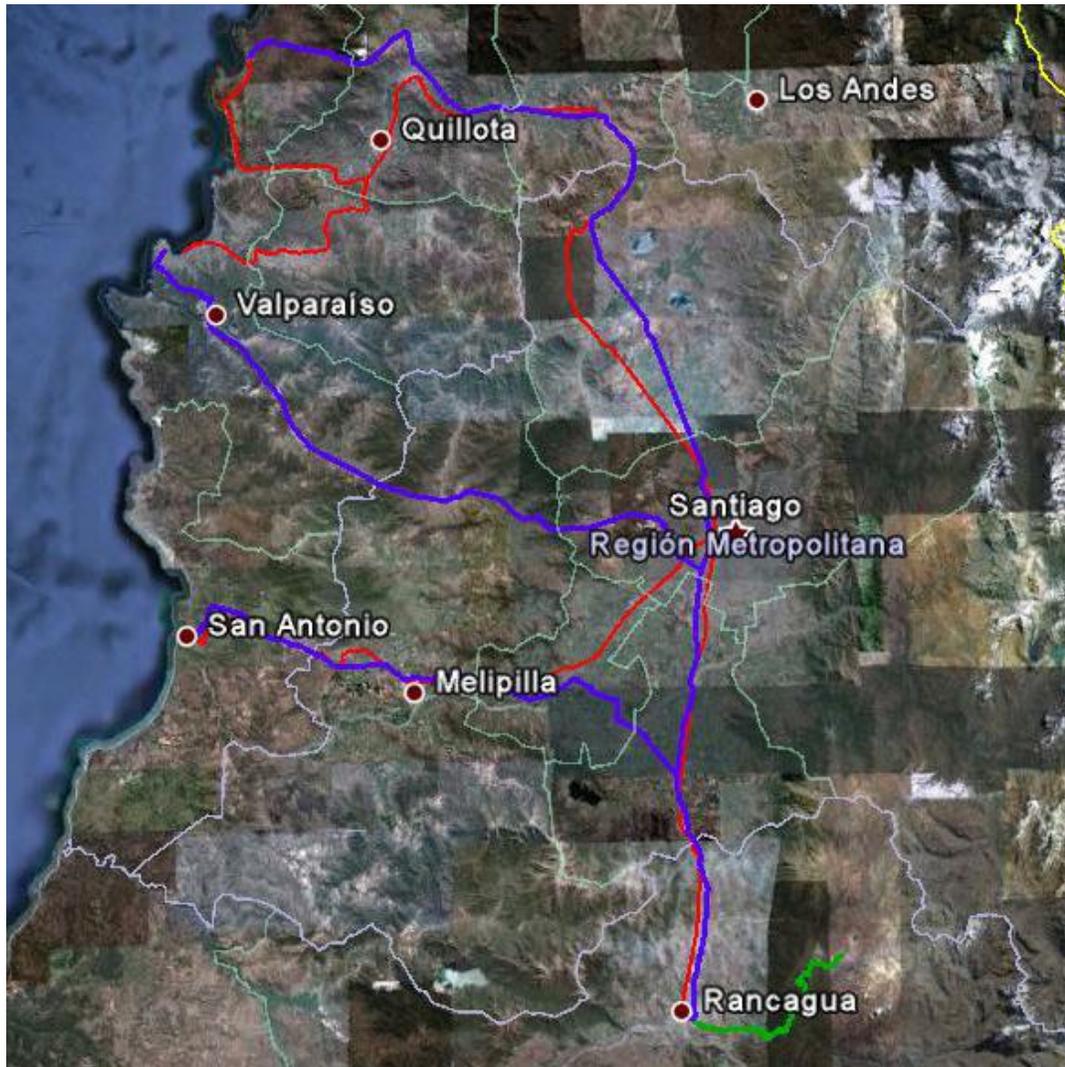
Nota: se hace notar que el costo anterior no incluye el mantenimiento de la infraestructura vial (la red vial utilizada tampoco tiene peaje).

### 10.2.2 Cobre metálico

Se trata del transporte de cobre metálico entre la fundición Caletones (Codelco Teniente) y el puerto de Ventanas (178 mil TMA), el puerto de San Antonio (79 mil TMA) y el puerto de Valparaíso (80 mil TMA).

El transporte se realiza en camión entre Caletones y el patio Codelco Rancagua, donde el producto es acopiado y clasificado para su posterior transporte a los puertos de la Región de Valparaíso.

**Figura 50**  
**Recorridos transporte de cobre metálico Caletones - Puertos**



En la figura anterior, el recorrido mostrado en verde corresponde al transporte por camión entre Caletones y el Patio Codelco de Rancagua, en color rojo corresponde a los recorridos en ferrocarril y, en azul, se muestra el recorrido de la alternativa por camión desde el patio de Rancagua a los puertos.

Nótese que en este caso, aun si se transportara el cobre por camión, éste igualmente debe ser transportado primero al patio de Rancagua, pues allí es donde el producto se almacena y clasifica.

#### 10.2.2.1 Estimación costos logísticos viales (Caletones – Rancagua)

Características del vehículo:

- Camión semi remolque baranda baja
- Capacidad de carga camión: 28 ton

Método de carga: grúa horquilla.

Tiempo de carga: 7 min.

Tiempo de viaje ida: 1 h. 15 min.

Tiempo de viaje vuelta: 1 h. 15 min.

Método de descarga: grúa horquilla.

Tiempo de descarga: 7 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 30 min.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 4,25 h.

Para transportar las 337 mil toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 12.036 viajes en el año, es decir, 38,5 viajes por día. Considerando el tiempo de ciclo, un camión puede realizar 3,8 viajes por día (16 horas de operación), requiriéndose una flota operativa de 10 camiones. Considerando un 10% de flota adicional, se estima un total de 11 camiones.

Cada viaje posee una longitud de 92 km. más los recorridos de maniobras y en vacío que se estiman en un 10% adicional. Es decir, el recorrido por viaje es de 101 km.

- Combustible: USD 432.756 por año
- Repuestos: USD 182.341 por año
- Personal de mantenimiento: USD 24.312 por año
- Personal de conducción: USD 400.000 por año
- Administración: USD 76.596 por año
- Depreciación vehículos: USD 169.400 por año
- Costos seguros y otros: USD 56.170 por año
- Costo carga en Caletones: USD 129.853 por año
- Costo descarga en Rancagua: USD 129.853 por año

Luego, los costos logísticos totales son:

- **Costo total transporte vial: 1.601.281 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 4,75 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,10 USD/ton-km**

### 10.2.2.2 Estimación costos logísticos ferroviarios (Rancagua – Puertos)

- Conformación convoy: 1 locomotoras y 20 vagones
- Tipo de locomotora: D2400 de 2400 HP
- Peso bruto locomotora: 130 ton
- Tipo de vagón: cajón de baranda baja abatible
- Tara vagón: 18 ton
- Capacidad de carga vagón: 50 ton
- Peso bruto convoy: 1.490 ton/convoy
- Peso total carga: 1.000 ton/convoy

Rancagua – Barrancas (79 mil TMA): 79 trenes por año

Rancagua – Valparaíso (80 mil TMA): 80 trenes por año

Rancagua – Ventanas (178 mil TMA): 178 trenes por año

Método de carga en Rancagua: grúa horquilla.

Tiempo de carga: 4 horas (rendimiento promedio de 250 ton/h)

#### **Tiempos de viaje tren Rancagua – Barrancas (sale a las 00:00 hrs.)**

Para la estimación de los costos ferroviarios se tomó el caso más desfavorable, que es vía el patio Alameda. En la práctica cuando el convoy completo tiene destino en San Antonio, se utiliza el subramal Paine Talagante, pero esto no sucede en todos los convoyes, ya que en muchos casos Codelco efectúa despachos mixtos en que algunos carros tienen destino San Antonio y otros Valparaíso o Ventanas.

- Tiempo de viaje Rancagua – Barrancas: 10 horas
  - Rancagua – Alameda: 2 horas
  - Tiempo maniobras en Alameda: 1 hora
  - Alameda – Barrancas: 5 horas
  - Tiempo de espera para ingresar al puerto: 2 horas
- Tiempo de descarga: 2 horas
- Tiempo de maniobras y otros en Barrancas: 1 hora
- Tiempo de Viaje Barrancas – Rancagua: 9,5 horas
  - Barrancas – Alameda: 5 horas
  - Tiempo de espera y maniobras en Alameda: 2,5 horas
  - Alameda – Rancagua: 2 horas

La espera estimada de 120 minutos antes de ingresar al puerto corresponde al esquema operacional habitual del puerto de San Antonio, en que la entrada del ferrocarril es autorizada por el puerto según las actividades que en él se desarrollan. Debe recordarse que el puerto de San Antonio tiene un intenso movimiento de contenedores en el sector de acceso del ferrocarril.

### **Tiempos de viaje tren Rancagua – Valparaíso (sale a las 00:00 hrs.)**

- Tiempo de viaje Rancagua – Valparaíso: 25 horas
  - Rancagua – Alameda: 2 horas
  - Tiempo maniobras en Alameda: 1 hora
  - Alameda – San Pedro: 7 horas
  - San Pedro – Barón: 2 horas
  - Tiempo de espera en Barón para ingresar al puerto: 13 horas
- Tiempo de descarga en Puerto: 2 horas
- Tiempo de maniobras y otros en Barón: 1 hora
- Tiempo de Viaje Valparaíso – Rancagua: 13,5 horas
  - Barón – Alameda: 9 horas
  - Tiempo de espera y maniobras en Alameda: 1,5 horas
  - Alameda – Rancagua: 3 horas

### **Tiempos de viaje tren Rancagua – Ventanas (sale a las 00:00 hrs.)**

- Tiempo de viaje Rancagua – Ventanas: 13 horas
  - Rancagua – Alameda: 2 horas
  - Tiempo maniobras en Alameda: 1 hora
  - Alameda – San Pedro: 7 horas
  - San Pedro – Ventanas: 2 horas
  - Tiempo de espera en Ventanas para ingresar al puerto: 1 hora
- Tiempo de descarga en Ventanas: 4 horas
- Tiempo de maniobras y otros en Ventanas: 1 hora
- Tiempo de Viaje Ventanas – Rancagua: 12 horas
  - Ventanas – Alameda: 9 horas
  - Tiempo de espera y maniobras en Alameda: 1,0 horas
  - Alameda – Rancagua: 2 horas

De acuerdo con los datos anteriores, los ciclos de rotación son:

- Rancagua – San Antonio: 22,5 horas
- Rancagua – Valparaíso: 41,5 horas
- Rancagua – Ventanas: 30,0 horas

Luego, para este transporte se considera un ciclo de rotación ponderado 34,3, lo cual significa que se requiere 2 convoyes equivalentes, es decir, 2 locomotoras y 40 vagones (más 15% adicional de locomotoras y 10% adicional de vagones).

El equipo rodante necesario es de 2,3 locomotoras y 44 vagones.

Las longitudes de recorrido (ida y vuelta – incluye 2 km maniobra de locomotora en cada recorrido) son:

- Rancagua – San Antonio: 382 kms.
- Rancagua – Valparaíso: 536 kms.
- Rancagua – Ventanas: 528 kms.

Los costos estimados para este transporte son:

- Combustible: USD 481.081 por año
- Personal: USD 160.000 por año
- Mantenimiento locomotoras: USD 417.605 por año
- Mantenimiento vagones: USD 167.042 por año
- Depreciación<sup>14</sup>: USD 256.500 al año
- Administración: USD 148.223 por año
- Costo de carga en Rancagua: USD 129.853 por año
- Costo de descarga en puerto: USD 129.853 por año

Luego, los costos totales para el transporte ferroviario son:

- **Costo total transporte ferroviario: 1.890.157 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 5,6 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,023 USD/ton-km**

Luego, considerando tanto el tramo vial como ferroviario el costo de transporte es:

- **Costo total transporte camión-ferrocarril: 3.492.704 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 10,4 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,035 USD/ton-km**

### 10.2.2.3 Estimación costos logísticos viales (Rancagua-Puertos)

Características del vehículo:

- Camión semi remolque baranda baja
- Capacidad de carga camión: 28 ton

---

<sup>14</sup> Considerando una depreciación lineal con valor residual del 10% en el año 20.

Recorridos:

OD	Distancia	Recorrido por viaje
Rancagua – San Antonio	143	315
Rancagua – Valparaíso	199	438
Rancagua - Ventanas	234	515

Método de carga: grúa horquilla.

### **Rancagua – San Antonio (79 mil TMA)**

Tiempo de carga: 7 min.

Tiempo de viaje ida: 3 h.

Tiempo de viaje vuelta: 3 h.

Método de descarga: grúa horquilla.

Tiempo de descarga: 7 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 90 min.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 8,75 h. Considerando este tiempo de ciclo y una operación diaria de 16 hrs., cada camión en promedio realiza 1,8 viajes diarios.

Para transportar las 79 mil toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 2.821 viajes en el año, es decir, 9 viajes por día. Luego, la flota operativa requerida es de 5 camiones.

### **Rancagua – Valparaíso (80 mil TMA)**

Tiempo de carga: 7 min.

Tiempo de viaje ida: 4 h.

Tiempo de viaje vuelta: 4 h.

Método de descarga: grúa horquilla.

Tiempo de descarga: 7 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 90 min.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 10,75 h. Considerando este tiempo de ciclo y una operación diaria de 16 hrs., cada camión en promedio realiza 1,5 viajes diarios.

Para transportar las 80 mil toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 2.857 viajes en el año, es decir, 9 viajes por día. Luego, la flota operativa requerida es de 6 camiones.

### **Rancagua – Ventanas (178 mil TMA)**

Tiempo de carga: 7 min.

Tiempo de viaje ida: 5 h.

Tiempo de viaje vuelta: 5 h.

Método de descarga: grúa horquilla.

Tiempo de descarga: 7 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 90 min.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 12,75 h. Considerando este tiempo de ciclo y una operación diaria de 16 hrs., cada camión en promedio realiza 1,3 viajes diarios.

Para transportar las 178 mil toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 6.357 viajes en el año, es decir, 20 viajes por día. Luego, la flota operativa requerida es de 16 camiones.

Considerando los tres transportes la flota operativa total debe ser de 27 camiones. Considerando un 10% adicional para recambio, la flota total requerida es de 42 camiones.

- Combustible: USD 1.926.364 por año
- Repuestos: USD 811.670 por año
- Personal de mantenimiento: USD 108.223 por año
- Personal de conducción: USD 1.475.496 por año
- Administración: USD 382.979 por año
- Depreciación vehículos: USD 462.000 por año
- Costos seguros y otros: USD 153.191 por año
- Costo de carga en Rancagua: USD 129.853 por año
- Costo de descarga en puerto: USD 129.853 por año

Luego, los costos totales para el transporte por camión entre Rancagua y puertos son:

- **Costo total transporte vial: 5.579.630 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 16,6 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,081 USD/ton-km**

Luego, considerando ambos tramos de transporte el costo total es:

- **Costo total transporte ferroviario: 7.182.177 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 21,3 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,085 USD/ton-km**

### 10.2.3 Concentrado de cobre

Se trata del transporte de 800 mil TMA de concentrado de cobre que actualmente se transportan por ferrocarril entre Saladillo y el puerto de Ventanas.

El concentrado de cobre se transporta en ferrocarril en todo el trayecto, en contenedores metálicos de 10 toneladas (4 por carro). Los contenedores se transportan entre Saladillo y Los Andes en carros de trocha angosta, lugar en el cual se transbordan a carros de trocha ancha para continuar viaje hasta el puerto de Ventanas.

**Figura 51**  
**Recorridos transporte de concentrado de cobre Saladillo - Ventanas**



En la figura anterior, el recorrido mostrado en color rojo corresponde al ferrocarril (recuérdese que se realiza un trasbordo ferrocarril-ferrocarril en Los Andes). En azul se muestra el recorrido que se realizaría por camión.

### 10.2.3.1 Estimación costos logísticos ferroviarios

#### Tramo Saladillo – Los Andes

- Conformación convoy: 1 locomotora y 28 vagones
- Tipo de locomotora: U13 de 1800 HP
- Peso bruto locomotora: 100 ton
- Tipo de vagón: plano acondicionado para 4 contenedores tipo olla (10 ton)
- Tara vagón: 18 ton (incluye tara de contenedores)
- Capacidad de carga vagón: 40 ton (4 contenedores)
- Peso bruto convoy: 1.724 ton/convoy
- Peso total carga: 1.120 ton/convoy

Carga superior por correa transportadora (2 contenedores simultáneamente).

Tiempo de carga: 6 horas (rendimiento de 187 ton/h)

Tiempo de viaje ida: 2 horas

Tiempo de viaje vuelta: 2 horas

Trasbordo de contenedores en Los Andes. Se realiza con una grúa portal móvil que se desplaza a lo largo del tren y transfiere de a 4 contenedores a la vez desde el tren trocha angosta al tren trocha ancha.

Tiempo de trasbordo de contenedores cargados: 2,5 horas

Tiempo de trasbordo de contenedores vacíos: 2,5 horas

Tiempos de maniobra en origen y destino: 1,5 hora

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de rotación promedio del equipo rodante es de 16,5 h. Luego, se considera una operación basada en una programación de 2 trenes por día (ciclo de rotación efectivo de 24 horas).

Considerando los datos anteriores, para transportar las 800 mil toneladas anuales se requiere correr un total de 714 trenes en el año (media de 2 trenes diarios). Luego, se requiere disponer de dos convoyes independientes.

El equipo rodante disponible corresponde a 3 locomotoras (dado que es trocha angosta y no tiene uso alternativo) y 60 vagones. La longitud media de recorrido por viaje es de 80 km.

De acuerdo con los datos anteriores se han estimado los siguientes costos del transporte por ferrocarril en el tramo Saladillo – Los Andes:

- Combustible: USD 178.286 por año
- Personal: USD 200.000 por año
- Mantenimiento locomotoras: USD 142.857 por año

- Mantenimiento vagones: USD 80.000 por año
- Depreciación<sup>15</sup>: USD 270.000 por año
- Administración: USD 87.114 por año
- Costo de carga en Saladillo: USD 344.506 por año
- Costo de trasbordo Los Andes: USD 241.837 por año

### **Tramo Los Andes – Ventanas**

- Conformación convoy: 1 locomotora y 28 vagones
- Tipo de locomotora: D2300 de 2300 HP
- Peso bruto locomotora: 131 ton
- Tipo de vagón: plano acondicionado para 4 contenedores tipo olla (10 ton)
- Tara vagón: 19 ton (incluye tara de contenedores)
- Capacidad de carga vagón: 40 ton (4 contenedores)
- Peso bruto convoy: 1.783 ton/convoy
- Peso total carga: 1.120 ton/convoy

Tiempo de viaje ida: 7 horas

Tiempo de viaje vuelta: 7 horas

Tiempo de descarga: 6 horas

La descarga se realiza por medio de una grúa que levanta los contenedores uno por uno y los vuelca sobre una tolva de recepción.

Tiempos de maniobra en origen y destino: 2 horas

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de rotación promedio del equipo rodante es de 22 h. Luego, se considera, en forma equivalente al tramo Saladillo – Los Andes, una operación basada en una programación de 2 trenes por día (ciclo de rotación efectivo de 24 horas).

Entonces, al igual que el tramo anterior, se requiere correr 714 trenes por año.

El equipo rodante disponible corresponde a 2,3 locomotoras (parque adicional compartido con otros servicios) y 90 vagones (incluye un juego de 28 vagones para recambio en la estación Los Andes y 6 de reemplazo). La longitud media de recorrido por viaje es de 276 km.

---

<sup>15</sup> Considerando una depreciación lineal con valor residual del 10% en el año 20.

De acuerdo con los datos anteriores se han estimado los siguientes costos del transporte por ferrocarril en el tramo Saladillo – Los Andes:

- Combustible: USD 441.600 por año
- Personal: USD 280.000 por año
- Mantenimiento locomotoras: USD 492.857 por año
- Mantenimiento vagones: USD 276.000 por año
- Administración: USD 179.871 por año
- Depreciación<sup>16</sup>: USD 308.250 por año
- Costo de descarga Ventanas: USD 236.756 por año

Luego, los costos totales para el transporte ferroviario son:

- **Costo total transporte ferroviario: 3.759.931 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 4,7 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,027 USD/ton-km**

#### 10.2.3.2 Estimación costos logísticos viales

Características del vehículo:

- Camión de batea
- Capacidad de carga camión: 28 ton

Método de carga: carga superior por correa transportadora.

Tiempo de carga: 5 min.

Tiempo de viaje ida: 3 h.

Tiempo de viaje vuelta: 3 h.

Método de descarga: descarga en tolva de recepción.

Tiempo de descarga: 5 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 90 min.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 8,7 h.

---

<sup>16</sup> Considerando una depreciación lineal con valor residual del 10% en el año 20.

Para transportar las 800 mil toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 28.571 viajes en el año, es decir, 82 viajes por día. Considerando el tiempo de ciclo, un camión puede realizar 2,8 viajes por día requiriéndose entonces una flota operativa de 30 camiones. Considerando un 10% de flota adicional, se estima un total de 33 camiones.

Cada viaje posee una longitud de 144 km. más los recorridos de maniobras y en vacío que se estiman en un 10% adicional. Es decir, el recorrido por viaje es de 317 km.

- Combustible: USD 3.222.309 por año
- Repuestos: USD 1.357.714 por año
- Personal de mantenimiento: USD 181.029 por año
- Personal de conducción: USD 1.800.000 por año
- Depreciación vehículos: USD 508.200 por año
- Administración: USD 229.787 por año
- Costos seguros y otros: USD 168.511 por año
- Costo de carga en Saladillo: USD 346.255 por año
- Costo de descarga Ventanas: USD 122.250 por año

Luego, los costos totales para el transporte por camión son:

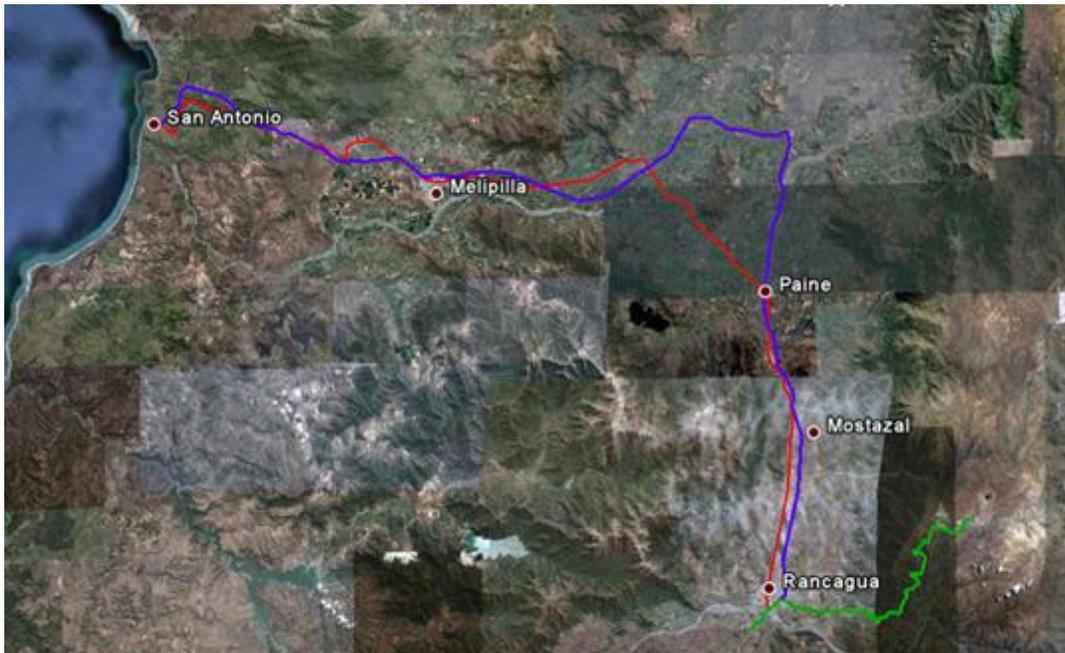
- **Costo total transporte vial: 7.934.306 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 9,9 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,07 USD/ton-km**

#### 10.2.4 Ácido sulfúrico

Se trata del transporte de 1 millón de TMA de ácido sulfúrico entre la fundición Caletones y el puerto de San Antonio.

El transporte se realiza en camión entre Caletones y la estación Los Lirios en Rancagua, donde el producto es almacenado en estanques y luego cargado al tren para su transporte al puerto de San Antonio.

**Figura 52**  
**Recorridos transporte de ácido sulfúrico entre Caletones – San Antonio**



En la figura anterior, el recorrido mostrado en verde corresponde al transporte por camión entre Caletones y la estación Los Lirios en Rancagua, donde el ácido es almacenado para su posterior carga al tren. El color rojo corresponde a los recorridos en ferrocarril. En azul, se muestra el recorrido de la alternativa por camión, la cual considera el transporte directo desde Caletones a San Antonio.

#### 10.2.4.1 Estimación costos logísticos viales (Caletones – Los Lirios)

Características del vehículo:

- Camión semi remolque estanque especializado
- Capacidad de carga camión: 28 ton

Tiempo de carga: 30 min.

Tiempo de viaje ida: 1 h. 15 min.

Tiempo de viaje vuelta: 1 h. 15 min.

Método de descarga: vaciamiento inferior por gravedad.

Tiempo de descarga: 30 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 30 min.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 5 h.

Para transportar 1 millón de toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 35.714 viajes en el año, es decir, 114 viajes por día. Considerando el tiempo de ciclo, un camión puede realizar 4,8 viajes por día requiriéndose una flota operativa de 24 camiones. Considerando un 10% de flota adicional, se estima un total de 27 camiones.

Cada viaje entre Caletones y Los Lirios posee una longitud de 100 km (ida y vuelta) más los recorridos de maniobras y en vacío que se estiman en un 10% adicional. Es decir, el recorrido por viaje es de 110 km.

- Combustible: USD 1.398.571 por año
- Repuestos: USD 667.857 por año
- Personal de mantenimiento: USD 98.214 por año
- Personal de conducción: USD 1.440.000 por año
- Administración: USD 204.255 por año
- Depreciación vehículos: USD 567.000 por año (0,14 USD/km)
- Costos seguros y otros: USD 151.660 por año
- Costo carga en Caletones: USD 200.000 por año
- Costo descarga en Rancagua: USD 153.600 por año

Luego, los costos totales para el transporte por camión en este tramo son:

- **Costo total transporte vial: 4.881.158 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 4,9 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,10 USD/ton-km**

#### 10.2.4.2 Estimación costos logísticos ferroviarios (Los Lirios – San Antonio)

- Conformación convoy: 2 locomotoras y 25 vagones
- Tipo de locomotora: D2400 de 2400 HP
- Peso bruto locomotora: 120 ton
- Tipo de vagón: estanque especializado
- Tara vagón: 24 ton
- Capacidad de carga vagón: 76 ton
- Peso bruto convoy: 2.840 ton/convoy
- Peso total carga: 1.900 ton/convoy

Este transporte tiene un ciclo de rotación de 24 hr. Se requiere de 2 convoyes independientes de 2 locomotoras y 25 vagones. El material rodante disponible es de 5 locomotoras y 55 vagones.

La longitud de recorrido entre Los Lirios y San Antonio (ida y vuelta – incluye 2 km maniobra de locomotora en cada recorrido) es de 302 kms. Se realiza un total de 526 viajes al año.

Los costos estimados para este transporte son:

- Combustible: USD 813.811 por año
- Personal: USD 280.000 por año
- Mantenimiento locomotoras: USD 794.737 por año
- Mantenimiento vagones: USD 317.895 por año
- Depreciación<sup>17</sup>: USD 697.500 al año
- Administración: USD 290.394 al año
- Costo de carga en Los Lirios: USD 306.100 (0,30 USD/ton)
- Costo de descarga en puerto: USD 182.100 por año (0,18 USD/ton)

Luego, los costos totales para el transporte ferroviario son:

- **Costo total transporte ferroviario: 3.682.536 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 3,7 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,025 USD/ton-km**

Entonces los costos para el transporte camión-ferrocarril son:

- **Costo total transporte camión-ferrocarril: 8.563.694 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 8,6 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,043 USD/ton-km<sup>18</sup>**

#### 10.2.4.3 Estimación costos logísticos viales (Caletones – San Antonio)

Características del vehículo:

- Camión semi remolque estanque especializado
- Capacidad de carga camión: 28 ton

Tiempo de carga: 30 min.

Tiempo de viaje ida: 3 h. 55 min.

Tiempo de viaje vuelta: 3 h. 55 min.

---

<sup>17</sup> Considerando una depreciación lineal con valor residual del 10% en el año 20.

<sup>18</sup> Distancia combinada: Caletones-Los Lirios por carretera: 50 km; Los Lirios-San Antonio en ferrocarril: 150 km

Tiempo de descarga: 36 min.

Tiempos de maniobra y espera en origen: 60 min.

Tiempos de maniobra y espera en destino: 60 min.

De acuerdo con los datos anteriores, el tiempo de ciclo promedio de los camiones es de 10,9 h.

Para transportar 1 millón de toneladas anuales en camiones de 28 toneladas de capacidad, se requiere de un total de 35.714 viajes en el año, es decir, 114 viajes por día. Considerando el tiempo de ciclo, un camión puede realizar 2,2 viajes por día requiriéndose una flota operativa de 52 camiones. Considerando un 10% de flota adicional, se estima un total de 57 camiones.

Cada viaje entre Caletones y San Antonio posee una longitud de 392 km (ida y vuelta) más los recorridos de maniobras y en vacío que se estiman en un 10% adicional. Es decir, el recorrido por viaje es de 431 km.

- Combustible: USD 5.482.400 por año
- Repuestos: USD 2.618.000 por año
- Personal de mantenimiento: USD 385.000 por año
- Personal de conducción: USD 3.120.000 por año
- Administración: USD 382.979 por año
- Depreciación vehículos: USD 1.218.000 por año
- Costos seguros y otros: USD 325.787 por año
- Costo carga en Caletones: USD 200.000 por año
- Costo descarga en San Antonio: USD 153.600 por año

Entonces los costos para el transporte por camión son:

- **Costo total transporte vial: 13.885.766 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 13,9 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,07 USD/ton-km<sup>19</sup>**

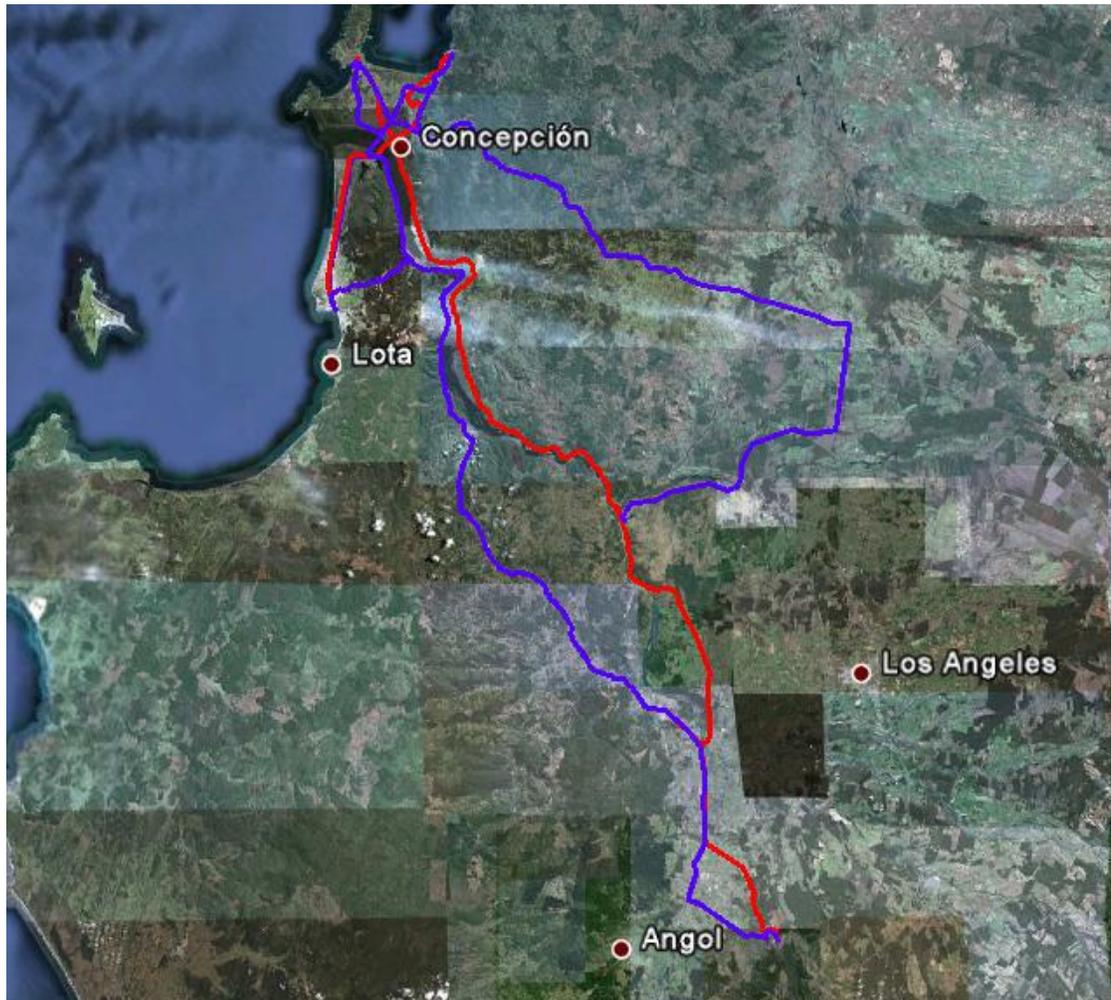
### 10.2.5 Celulosa

Se trata del transporte de celulosa entre las plantas de Mininco, Nacimiento y Laja, y los puertos de Coronel, San Vicente y Lirquén en la Región del Bío Bío (1,6 millones de TMA)

---

<sup>19</sup> Distancia de transporte Caletones-San Antonio por carretera: 196 km.

**Figura 53**  
**Recorridos transporte de celulosa planta - puerto**



En la figura anterior, el recorrido mostrado en color rojo corresponde a los recorridos en ferrocarril. En azul, se muestra los recorridos de la alternativa por camión.

#### 10.2.5.1 Estimación costos logísticos ferroviarios

- Conformación convoy: 1 locomotoras y 30 vagones
- Tipo de locomotora: D3000 de 3000 HP
- Peso bruto locomotora: 120 ton
- Tipo de vagón: bodega especializado transporte de celulosa
- Tara vagón: 19 ton
- Capacidad de carga vagón: 56 ton (52 ton trenes con destino Coronel, por restricciones en puente BíoBío)
- Peso bruto convoy: 2.370 ton/convoy (2.250 ton/convoy a Coronel)
- Peso total carga: 1.680 ton/convoy (1.560 ton/convoy a Coronel)

OD	TMA	Trenes /año	Recorrido* (km)
Laja - Coronel	52.078	33,4	204
Laja - Lirquén	73.741	43,9	184
Laja - San Vicente	63.158	37,6	174
Mininco - Coronel	222.978	142,9	344
Mininco - Lirquén	197.739	117,7	324
Mininco - San Vicente	39.407	23,5	314
Nacimiento - Coronel	382.101	244,9	288
Nacimiento - Lirquén	408.190	243,0	268
Nacimiento - San Vicente	161.741	96,3	238
<b>Total</b>	<b>1.601.133</b>	<b>983,1</b>	

\* incluye 2 km maniobra de locomotoras por viaje

En el transporte de celulosa los ciclos de rotación para cualquier par OD son de 24 horas. Luego, el parque disponible para el transporte es de 4 locomotoras y 106 vagones.

Los costos estimados para este transporte son:

- Combustible: USD 769.074 por año
- Personal: USD 400.000 por año
- Mantenimiento locomotoras: USD 686.673 por año
- Mantenimiento vagones: USD 412.004 por año
- Depreciación<sup>20</sup>: USD 646.200 por año
- Administración: USD 291.395 por año
- Costo de carga en planta: USD 181.300 por año
- Costo de descarga en puerto: USD 144.565 por año

Luego, los costos totales para el transporte ferroviario son:

- **Costo total transporte ferroviario: 3.531.212 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 2,2 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,016 USD/ton-km**

<sup>20</sup> Considerando una depreciación lineal con valor residual del 10% en el año 20.

### 10.2.5.2 Estimación costos logísticos viales

Características del vehículo:

- Camión semi remolque baranda baja
- Capacidad de carga camión: 28 ton

Recorridos:

OD	Ton/año	Cam /año	Recorrido* (kms)
Laja - Coronel	52.078	1.860	352
Laja - Lirquén	73.741	2.634	308
Laja - San Vicente	63.158	2.256	319
Mininco - Coronel	222.978	7.964	295
Mininco - Lirquén	197.739	7.062	365
Mininco - San Vicente	39.407	1.407	365
Nacimiento - Coronel	382.101	13.646	191
Nacimiento - Lirquén	408.190	14.578	264
Nacimiento - San Vicente	161.741	5.776	264
<b>Total</b>	<b>1.601.133</b>	<b>57.183</b>	<b>273</b>

\*incluye un 10% adicional por maniobras y recorrido vacío

#### Tiempo de ciclo (hrs.) y flota (16 h/día de operación)

OD	Tpo. Carga	Tiempo Viaje	Tiempo Descarga	Maniobras Esperas	Tiempo total	Flota
Laja - Coronel	0,3	5,9	0,3	3,0	9,5	1,7
Laja - Lirquén	0,3	5,1	0,3	3,0	8,7	1,8
Laja - San Vicente	0,3	5,3	0,3	3,0	8,9	1,8
Mininco - Coronel	0,3	4,9	0,3	3,0	8,5	1,9
Mininco - Lirquén	0,3	6,1	0,3	3,0	9,7	1,7
Mininco - San Vicente	0,3	6,1	0,3	3,0	9,7	1,7
Nacimiento - Coronel	0,3	3,2	0,3	3,0	6,8	2,4
Nacimiento - Lirquén	0,3	4,4	0,3	3,0	8,0	2,0
Nacimiento - San Vicente	0,3	4,4	0,3	3,0	8,0	2,0

De acuerdo con lo anterior, la flota operativa requerida es de 84 camiones y la flota total 92.

Luego los costos de transporte vial son:

- Combustible: USD 5.555.774 por año
- Repuestos: USD 2.340.916 por año

- Personal de mantenimiento: USD 312.122 por año
- Personal de conducción: USD 3.360.000 por año
- Administración: USD 453.191 por año
- Depreciación vehículos: USD 1.416.800 por año
- Costos seguros y otros: USD 469.787 por año
- Costo de carga en planta: USD 181.300 por año
- Costo de descarga en puerto: USD 144.565 por año

Luego, los costos totales para el transporte por camión son:

- **Costo total transporte vial: 14.234.456 USD/año**
- **Costo por tonelada transportada: 8,9 USD/ton**
- **Costo por tonelada kilómetro transportada: 0,07 USD/ton-km**

### 10.3 Análisis de costos externos

#### 10.3.1 Discusión general sobre costos externos en transporte ferroviario

En lo relativo a los costos externos asociados al transporte ferroviario, resulta pertinente rescatar los aspectos medulares de la discusión que sobre ese tema se hace en el estudio “Análisis y desarrollo metodología de evaluación ferroviaria” (Mideplan-Sectra, 2010), aportando elementos de gran relevancia en lo relativo a costos externos en el transporte ferroviario.

En primer lugar, cabe establecer que el costo externo o externalidad surge de la distinción de dos conceptos: costo total (totalidad de los costos que surgen de la provisión y uso de la infraestructura y vehículos de transporte) y costo interno (fracción del costo que es percibida directamente por el usuario del sistema). Frecuentemente dichos costos no coinciden en los mercados de transporte, y a su diferencia se le conoce como externalidad.

La existencia de externalidades genera equilibrios de mercado que se alejan del óptimo social, produciéndose/consumiéndose cantidades menores en el caso de las externalidades positivas y mayores, en el caso de las externalidades negativas.

El objetivo de anular el efecto de estas externalidades - ya sea corrigiendo el sistema de precios, mejorando los procesos de inversión u otros - es lo que genera el interés en estimar su valor.

Típicamente, en la literatura se reconoce una serie de “ítems” de costos externos asociados a los sistemas de transporte, entre los cuales se puede mencionar.

- **Costos de accidentes**, relativos a daños materiales, costos administrativos, costos médicos, pérdida de producción y costos subjetivos asociados al

dolor, pena y sufrimiento de las víctimas y sus cercanos, denominados “costo humano”. Solo es costo externo aquella fracción que no es percibida directamente por el usuario.

- **Costos asociados al cambio climático**, asociados a los efectos de la emisión de gases invernadero (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>) y se relacionan con aumento del nivel del mar, uso de la energía e impactos en la agricultura.
- **Costos por naturaleza y paisaje**, asociados a tres tipos de impactos negativos: pérdida de hábitat, fragmentación del hábitat y pérdida de calidad del hábitat.
- **Costos externos en áreas sensibles**, en que o bien los daños ambientales son mayores por mayor fragilidad del medioambiente, o bien las emisiones/consumos son más intensos (por ejemplo, en condiciones de montaña).
- **Costos de dependencia energética**, derivados del hecho de que la concentración en las decisiones de producción de petróleo permite sostener que los precios internacionales no reflejan adecuadamente los costos.
- **Costos de ruido**, que corresponden a los costos por molestia y salud asociados a la emisión de ruido de las actividades de transporte.
- **Costos de contaminación del aire**, asociados a la emisión de contaminantes aéreos que deterioran la salud de las personas, dañan los materiales y construcciones y producen pérdidas en agricultura e impactos en la biósfera. Los costos por contaminación del aire son relevantes principalmente en zonas urbanas, en que hay personas expuestas a las emisiones.
- **Costos de congestión**, que son producto de la interferencia entre distintos vehículos que compiten por el uso de una cierta infraestructura de transporte. El costo adicional que supone un viaje adicional supera al costo que percibe quien toma la decisión, pues también generará costos adicionales al resto de los usuarios del sistema. Estos costos adicionalmente se refieren principalmente a tiempo, aunque también se puede mencionar energía, flota, etc.
- **Otros costos**, tales como procesos upstream/downstream, pérdidas de tiempo de los peatones debido a la segregación que produce la infraestructura de transporte; problemas de escasez de espacio (expresado como la pérdida de espacio para las bicicletas); la alta dependencia de los países productores de petróleo (los precios de mercado del petróleo no necesariamente representan adecuadamente su costo) y.

Sin perjuicio de la identificación conceptual de los diferentes tipos de costos externos presentes en las actividades de transporte en general, y ferroviario en particular, existen serias dificultades para la estimación de sus valores económicos. Para comprender el origen de estas dificultades, se debe tener en consideración que la estimación debe comprender dos etapas: la estimación de las “unidades

físicas” de externalidad producida (por ejemplo, emisión de CO<sub>2</sub> expresada en toneladas) y la valoración social de esa unidad (por ejemplo, valor social de una tonelada de CO<sub>2</sub> emitida).

De acuerdo a lo descrito en el estudio citado, prácticamente ninguno de los ítems considerado cuenta con valores sociales estimados para la realidad nacional de forma confiable. En los casos en que se puede contar con estimaciones internacionales, su adaptación a la realidad nacional no es factible debido a que se derivan de condiciones operacionales, de flota y de infraestructura que no son comparables. En lo relativo a la estimación de unidades físicas, en algunos casos existen metodologías utilizables que permiten su consideración.

Adicionalmente, es necesario considerar dos aspectos adicionales. Por un lado, no todos los costos externos son en realidad relevantes, y la revisión de experiencias extranjeras permite al menos establecer escalas de importancia relativa y, a partir de ellas, estimar la importancia de estimar determinados efectos o no.

Por otro lado, parte de los costos externos ya son considerados en la evaluación tradicional de proyectos, por lo que no requiere tratamiento adicional.

En función de todo lo anterior, dicho estudio recomienda finalmente la consideración de algunos ítems de costo externo bajo ciertos tratamientos propuestos.

### Cuadro 31

#### Proposición de tratamiento de costos externos en metodología de evaluación de proyectos ferroviarios de Mideplan

Externalidad	Tratamiento propuesto
<b>Costos de accidentes</b>	No requiere tratamiento adicional, está tratado como complemento a la evaluación por recursos, con excepción del costo humano, el cual se propone incorporar en la Tabla de Impactos a partir de la reducción del número de personas lesionadas y fallecidas.
<b>Cambio climático</b>	Hacer estimación de unidades físicas emitidas de los principales gases de efecto invernadero, de acuerdo a las mejores metodologías internacionales disponibles e incorporar a Tabla de Impactos. Definir una valoración en base a precios internacionales.
<b>Costos por naturaleza y paisaje</b>	Ante a) la falta de metodologías aceptadas para estimación de este ítem y su valoración; y, b) el supuesto de que el diseño del proyecto considera la mitigación de los eventuales impactos por daños a los hábitats se recomienda considerar este ítem en la Tabla de Impactos sólo en la medida que haya diferencias importantes entre alternativas.
<b>Costos externos en áreas sensibles</b>	Incorporar la mayor sensibilidad de dichas áreas en el análisis de la externalidad correspondiente.

Externalidad	Tratamiento propuesto
<b>Costos de dependencia energética</b>	Se recomienda que la metodología de evaluación haga explícito el consumo energético en unidades físicas asociado a los ahorros de cada alternativa de proyecto a través de la Tabla de Impactos.

Fuente: Manual de Recomendaciones para el análisis técnico y evaluación de proyectos de transporte ferroviario (Mideplan-Sectra, 2010)

Debe notarse que la proposición metodológica incluida en el estudio de Sectra no incluye los costos de congestión, pues se encuentran recogidos en la evaluación clásica de transporte.

Finalmente, la metodología recomienda, ante la imposibilidad de estimar costos externos en términos monetarios sociales, el desarrollo de “Tablas de Impacto”, que corresponde a la presentación sistemática de un conjunto de indicadores asociados a un proyecto en particular, los cuales describen, básicamente, la producción de unidades físicas de externalidad asociadas y permiten la comparación conjunta de estos indicadores al momento de comparar alternativas de proyecto.

En resumen, la metodología desarrollada por Sectra plantea un enfoque que, a partir de la dificultad/imposibilidad de estimar costos externos en unidades monetarias sociales, estima y presenta de manera estructurada las producciones de “unidades físicas” de elementos asociados a los costos externos, dejando en manos del evaluador la importancia relativa asociada a cada uno de ellos, así como a la evaluación económica tradicional, que sí entrega valores expresados en unidades monetarias sociales.

### 10.3.2 Enfoque metodológico

Sin perjuicio de que la discusión anterior se orienta a establecer mecanismos para la consideración de los costos externos asociados a la evaluación social de proyectos ferroviarios, es posible rescatar de ella algunos elementos para plantear un enfoque metodológico que permita incluir el análisis de los costos externos asociados a la operación de los movimientos relevantes en análisis en el presente estudio.

A diferencia del enfoque de evaluación de proyectos, en que se pretende establecer las diferencias de costo externo entre las alternativas a analizar, en este enfoque se busca hacer una estimación monetaria de los costos. Producto de lo anterior, sólo dos de las cinco componentes a analizar son abordables con este enfoque, ya que son las únicas que cuentan con valoración monetaria: costos de accidentes y costos asociados al cambio climático.

En los párrafos siguientes se establece la metodología a utilizar para la estimación de los costos externos.

### 10.3.2.1 Costos de accidentes

Para estimar los costos de accidentes, se requiere contar tanto con una forma de estimar la cantidad de accidentes asociada a la operación en análisis, como los costos de cada accidente.

Respecto de la cantidad de accidentes, existen distintas fuentes de las cuales se pueden obtener tasas de ocurrencia de accidentes, tanto para transporte ferroviario como para transporte vial.

En el caso del transporte ferroviario, en lo relativo a las operaciones que se realizan sobre la red de EFE, el estudio “Análisis de la seguridad en el transporte ferroviario” (Subsecretaría de Transportes, 2008) permite estimar las siguientes tasas promedio de accidentes para trenes de carga en toda la red.

**Cuadro 32**  
**Tasas de accidentes red EFE**

<b>Tipo de Accidente</b>	<b>Tasa de accidentes</b> [accidentes/millón de tren-Km]	<b>Tasa de lesionados</b> [víctimas/millón de tren-Km]	<b>Tasa de fallecidos</b> [víctimas/millón de tren-Km]
Atropello	14,73	9,51	5,55
Colisiones/choque	6,50	12,68	0,63

Fuente: Elaboración propia en base a “Análisis de la seguridad en el transporte ferroviario” (Subsecretaría de Transportes, 2008)

Para lo relativo al caso mineral de hierro, no es válido utilizar las tasas de la red de EFE, debido a que el entorno de estas operaciones es muy diferente. Luego, se han ocupado estadísticas propias de la operación del Proyecto Los Colorados, que registran sólo 7 accidentes en 5 años (2004-2008), debido a que opera en sectores con mucha menor fricción con el entorno que la red de EFE, tanto respecto de la densidad poblacional adyacente a la vía como de la existencia de cruces a nivel con flujos vehiculares significativos, lo que explica las bajas tasas resultantes, en relación con las de EFE. Los datos de Los Colorados no permiten establecer tasas de lesionados, lo cual ha sido subsanado considerando las mismas tasas de lesionados por accidente que en la red EFE. Las tasas resultantes son las que se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 33**  
**Tasas de accidentes Los Colorados**

<b>Tipo de Accidente</b>	<b>Tasa de accidentes</b> [accidentes/millón de tren-Km]	<b>Tasa de lesionados</b> [víctimas/millón de tren-Km]	<b>Tasa de fallecidos</b> [víctimas/millón de tren-Km]
Atropello	0,64	0,41	0,24
Colisiones/choque	1,61	3,13	0,16

Fuente: Estadísticas propias de la operación Los Colorados (2004 – 2008)

Para el caso del transporte vial no se dispone de tasas de accidentes/lesionados específicas para transporte de carga, por lo cual se ha utilizado las tasas generales disponibles en el estudio “Análisis y definición de una metodología para la evaluación social de impactos de proyectos sobre la seguridad vial en rutas interurbanas” (Mideplan-Sectra, 2007). Las tasas de accidentes y lesionados a considerar se muestran en los siguientes cuadros.

**Cuadro 34**  
**Tasas de accidentes y lesionados viales**

<b>Macro Región</b>	<b>Tipo de camino</b>	<b>Tasa de accidentes</b> [accidentes / millón de veh-Km]
Norte (Regiones de Coquimbo al norte)	1 ó 2 pistas no pavimentadas	0,70
	2 pistas pavimentadas	0,23
	4 pistas pavimentadas	0,18
	Autopista	0,16
Centro (Regiones Metropolitana y de Valparaíso)	1 ó 2 pistas no pavimentadas	0,96
	2 pistas pavimentadas	0,29
	4 pistas pavimentadas	0,28
	Autopista	0,20
Sur y Extremo Sur (Regiones de O'Higgins al sur)	1 ó 2 pistas no pavimentadas	0,68
	2 pistas pavimentadas	0,35
	4 pistas pavimentadas	0,42
	Autopista	0,22

Fuente: “Análisis y definición de una metodología para la evaluación social de impactos de proyectos sobre la seguridad vial en rutas interurbanas” (Mideplan-Sectra, 2007)

Para el análisis se ha considerado las tasas de accidentes viales específicas según el tipo de camino y región que corresponda a la alternativa de transporte por camión.

Respecto de los costos asociados, en el “Manual de recomendaciones para el análisis técnico y evaluación social de proyectos de transporte ferroviario” (Mideplan-Sectra, 2010) se entregan valores sociales específicos a utilizar en el caso de accidentes ferroviarios (básicamente atropellos y colisiones con vehículos viales en cruces a nivel) y métodos de actualización para dichos valores. Los

accidentes viales, por su parte, pueden ser costeados de acuerdo a lo descrito en el estudio “Análisis y definición de una metodología para la evaluación social de impactos de proyectos sobre la seguridad vial en rutas interurbanas” (Mideplan-Sectra, 2007), según se puede apreciar en los siguientes cuadros.

**Cuadro 35**  
**Costos de accidentes ferroviarios**

Ítem	Valor inicial (\$ dic 2006)	Criterio de actualización	Valor actualizado (\$ dic 2010)
<b>Lesiones</b>			
Leve	469.722	Planilla metodología de evaluación de proyectos de seguridad	609.452
Menos grave	616.110		791.808
Grave	2.339.214		2.903.260
Fallecido	68.015.970		89.330.82
<b>Daños materiales en atropello</b>			
Vehículo liviano	0	0,6*dólar + 0,4*Índice General de Remuneraciones (IGR)	0
Vehículo pesado	0		0
Equipo ferroviario	S/I	0,7*dólar + 0,3*IGR	S/I
Infraest. y despeje vía	3.093.143	IPC	3.609.473
<b>Daños materiales en colisiones con vehículos viales</b>			
Vehículo liviano	4.195.526	0,6*dólar + 0,4*IGR	4.470.513
Vehículo pesado	8.422.452		8.974.485
Equipo ferroviario	31.628.688	0,7*dólar + 0,3*IGR	32.392.121
Infraest. y despeje vía	4.241.143	IPC	4.949.106

Fuente: Elaboración propia en base a “Manual de recomendaciones para el análisis técnico y evaluación social de proyectos de transporte ferroviario” (Mideplan-Sectra, 2010)

**Cuadro 36**  
**Costos de accidentes viales**

Macro Región	Tipo de camino	Costo accidente [\$ dic 2010 / accidente]
Norte (Regiones de Coquimbo al norte)	1 ó 2 pistas no pavimentadas	16.394.213
	2 pistas pavimentadas	20.561.172
	4 pistas pavimentadas	18.331.539
	Autopista	18.219.853
Centro (Regiones Metropolitana y de Valparaíso)	1 ó 2 pistas no pavimentadas	17.455.751
	2 pistas pavimentadas	15.636.440
	4 pistas pavimentadas	18.331.539
	Autopista	17.630.021
Sur y Extremo Sur (Regiones de O'Higgins al sur)	1 ó 2 pistas no pavimentadas	15.325.445
	2 pistas pavimentadas	21.662.792
	4 pistas pavimentadas	17.143.550
	Autopista	23.203.239

Fuente: Elaboración propia en base a “Análisis y definición de una metodología para la evaluación social de impactos de proyectos sobre la seguridad vial en rutas interurbanas” (Mideplan-Sectra, 2007)

Finalmente, de modo de lograr compatibilidad entre la desagregación de las tasas de accidentes y los costos asociados, es necesario tomar algunos supuestos:

- La proporción de lesionados leves, menos grave y grave en accidentes ferroviarios es 50:40:10.
- La proporción de vehículos livianos y pesados en choques/colisiones ferroviarias es 1:4 (sobre la base del reporte de los accidentes en Los Colorados)

#### 10.3.2.2 Cambio climático

Como se ha discutido, los costos asociados al cambio climático son en general difíciles de estimar, pues producen efectos globales y de largo plazo cuya predicción es aún difícil.

Sin embargo, es posible plantear un enfoque simplificado basado en estimar las unidades físicas de emisión de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{CH}_4$ ) y valorizarlos de acuerdo a precios de transacciones de bonos de carbono en mercados internacionales.

El método a utilizar es:

- En función de las estimaciones hechas para el cálculo de costos operacionales, es posible obtener estimaciones de unidades físicas de combustible utilizado en los movimientos relevantes en análisis en el presente estudio.
- A partir de las recomendaciones del Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra, 2010)<sup>21</sup>, estimar la emisión total de gases de efecto invernadero, expresados en tCO<sub>2</sub>e (toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>). Los factores de emisión por litro de diesel consumido son:
  - CO<sub>2</sub>: 2.6413 kg CO<sub>2</sub>e
  - CH<sub>4</sub>: 0.0015 kgCO<sub>2</sub>e
  - N<sub>2</sub>O: 0.0292 kg CO<sub>2</sub>e
- Valorar las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo a la última versión del “State and Trends of the Carbon Market”, publicado anualmente por el Banco Mundial y que presenta precios promedio de transacciones de carbono en diferentes mercados. En la versión 2010<sup>22</sup> del documento, la más reciente al momento de elaboración de este informe, se reporta que en 2009 se transaron 8.700 millones de tCO<sub>2</sub>e, a un precio promedio de US\$16,52 por tonelada.

---

<sup>21</sup> Defra (2010). 2010 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting. Produced by AEA for the Department of Energy and Climate Change (DECC) and the Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra). Version 1.2.1 FINAL. Updated: 06/10/2010

<sup>22</sup> World Bank (2011). State and Trends of the Carbon Market 2011. Carbon Finance at the World Bank. Washington, DC. May 2010.

### 10.3.3 Estimación de costos externos

En el presente punto se reporta la aplicación del enfoque metodológico descrito a los casos de análisis.

#### 10.3.3.1 Mineral del hierro

##### Costo de accidentes

De acuerdo a lo descrito en el punto sobre estimación de costos logísticos, en la opción ferroviaria se debe considerar un flujo ferroviario de 628 mil tren-Km anuales. En la opción vial, por su parte el flujo de camiones llegaría a unos 43 millones de veh-Km, un 24% de los cuales ocurren en caminos no pavimentados y un 76% en caminos pavimentados. Los costos por accidentes asociados a cada opción serían de 72 y 286 millones de pesos, respectivamente.

En el cuadro siguiente se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 37**  
**Cálculo de costo de accidentes para el caso “mineral de hierro”**

Ítem	Cantidad anual	Valor Unitario [\$ dic 2010]	Valor total [\$ dic 2010]
<b>Opción ferroviaria</b>			
Flujo ferroviario [tren-Km]	628.571		
Atropellos	0,40	3.609.473	1.457.108
Colisiones/Choques	1,01	45.414.918	45.833.860
Lesionados	2,23	911.775	2.032.952
Fallecidos	0,25	89.330.820	22.367.300
<b>Total</b>			<b>71.691.220</b>
<b>Opción vial</b>			
Flujo vial [veh-Km]	43.285.772		
Accidentes	14,64	19.564.725	286.335.545
<b>Total</b>			<b>286.335.545</b>

Fuente: Elaboración propia

Es interesante notar como en este caso, en que la circulación del ferrocarril se produce en sectores con muy escasa fricción con el resto del sistema de transportes, las bajas tasas de accidentes conducen a costos de seguridad mucho menores en la opción ferroviaria, situación que no se repite en las otras operaciones representativas analizadas.

##### Costo de cambio climático

De acuerdo a lo descrito previamente, el consumo de combustible asociado a esta operación es de 8.160 t por año para la opción ferroviaria y de 19.262 t para la opción vial. De acuerdo a la metodología antes descrita, lo anterior equivale a un

costo externo asociado al cambio climático de US\$423 mil por año para la opción ferroviaria y de US\$1 millón para la opción vial.

En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 38**  
**Cálculo de costo de cambio climático para el caso “mineral de hierro”**

Ítem	Unidad	Modo Ferrocarril	Modo Camión
Consumo de diesel	[t/año]	8.160	19.262
Peso específico del diesel	[t/m <sup>3</sup> ]	0,84	0,84
Consumo de diesel	[m <sup>3</sup> /año]	9.714	22.931
Factor de emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	2,6413	2,6413
Factor de emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0015	0,0015
Factor de emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0292	0,0292
Emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	25.658	60.568
Emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	15	34
Emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/año]	284	670
Emisión total	[tCO <sub>2</sub> e/año]	25.957	61.272
Valor de la emisión	[US\$/tCO <sub>2</sub> e]	16,52	16,52
Valor total	[US\$/año]	428.803	1.012.205

Fuente: Elaboración propia

### 10.3.3.2 Cobre metálico

#### Costo de accidentes

De acuerdo a lo descrito en el punto sobre estimación de costos logísticos, en la opción ferroviaria se debe considerar un flujo ferroviario de 170 mil tren-Km anuales y un flujo vial de 1,2 millones de veh-Km, todos ellos por caminos pavimentados. En la opción vial, por su parte el flujo de camiones llegaría a unos 6,6 millones de veh-Km, un 30% de los cuales ocurren en caminos pavimentados y un 70% en autopistas. Los costos por accidentes asociados a cada opción serían de 160 y 26 millones de pesos anuales, respectivamente.

En el cuadro siguiente se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 39**  
**Cálculo de costo de accidentes para el caso “cobre metálico”**

Ítem	Cantidad anual	Valor Unitario [\$ dic 2010]	Valor total [\$ dic 2010]
<b>Opción ferroviaria</b>			
Flujo ferroviario [tren-Km]	167.042		
Atropellos	2,46	3.609.473	8.884.124
Colisiones/Choques	1,09	45.414.918	49.279.949
Lesionados	3,71	911.775	3.378.342
Fallecidos	1,03	89.330.820	92.204.856
<b>Subtotal</b>			<b>153.747.272</b>
<b>Opción vial</b>			
Flujo vial [veh-Km]	1.218.014		
Accidentes	0,35	15.636.440	5.446.986
<b>Subtotal</b>			<b>5.446.986</b>
<b>Total</b>			<b>159.194.258</b>
<b>Opción vial</b>			
Flujo vial [veh-Km]	6.629.150		
Accidentes	1,51	17.031.947	25.652.545
<b>Total</b>			<b>25.652.545</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Costo de cambio climático

De acuerdo a lo descrito previamente, el consumo de combustible asociado a esta operación es de 1.143 t por año para la opción ferroviaria (que incluye transporte vial) y de 2.950 t para la opción vial. De acuerdo a la metodología antes descrita, lo anterior equivale a un costo externo asociado al cambio climático de US\$60 mil por año para la opción ferroviaria y de US\$155 mil para la opción vial.

En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 40**  
**Cálculo de costo de cambio climático para el caso “cobre metálico”**

Ítem	Unidad	Modo Ferrocarril - Camión		Modo Camión
		Camión	Ferrocarril	
Consumo de diesel	[t/año]	542	601	2.950
Peso específico del diesel	[t/m <sup>3</sup> ]	0,84	0,84	0,84
Consumo de diesel	[m <sup>3</sup> /año]	645	715	3.512
Factor de emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	2,6413	2,6413	2,6413
Factor de emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0015	0,0015	0,0015
Factor de emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0292	0,0292	0,0292
Emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	1.704	1.890	9.276
Emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	1	1	5

Ítem	Unidad	Modo Ferrocarril - Camión		Modo Camión
		Camión	Ferrocarril	
Emisión N2O	[tCO <sub>2</sub> e/año]	19	21	103
Emisión total	[tCO <sub>2</sub> e/año]	1.724	1.912	9.384
Valor de la emisión	[US\$/tCO <sub>2</sub> e]	16,52	16,52	16,52
Valor total	[US\$/año]	28.482	31.582	155.021

Fuente: Elaboración propia

### 10.3.3.3 Concentrado de cobre

#### Costo de accidentes

De acuerdo a lo descrito en el punto sobre estimación de costos logísticos, en la opción ferroviaria se debe considerar un flujo ferroviario de 254 mil tren-Km anuales. En la opción vial, por su parte el flujo de camiones llegaría a unos 9 millones de veh-Km, un 85% de los cuales ocurren en caminos pavimentados y un 15% en autopistas. Los costos por accidentes asociados a cada opción serían de 234 y 40 millones de pesos, respectivamente.

En el cuadro siguiente se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 41**  
**Cálculo de costo de accidentes para el caso “concentrado de cobre”**

Ítem	Cantidad anual	Valor Unitario [\$ dic 2010]	Valor total [\$ dic 2010]
<b>Opción ferroviaria</b>			
Flujo ferroviario [tren-Km]	254.286		
Atropellos	3,75	3.609.473	13.524.178
Colisiones/Choques	1,65	45.414.918	75.018.182
Lesionados	5,64	911.775	5.142.804
Fallecidos	1,57	89.330.820	140.362.170
<b>Total</b>			<b>234.047.334</b>
<b>Opción vial</b>			
Flujo vial [veh-Km]	9.051.429		
Accidentes	2,47	15.935.477	39.434.897
<b>Total</b>			<b>39.434.897</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Costo de cambio climático

De acuerdo a lo descrito previamente, el consumo de combustible asociado a esta operación es de 775 t por año para la opción ferroviaria y de 4.000 t para la opción vial. De acuerdo a la metodología antes descrita, lo anterior equivale a un costo

externo asociado al cambio climático de US\$41 mil por año para la opción ferroviaria y de US\$212 mil para la opción vial.

En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 42**  
**Cálculo de costo de cambio climático para el caso “concentrado de cobre”**

Ítem	Unidad	Modo Ferrocarril	Modo Camión
Consumo de diesel	[t/año]	775	4.028
Peso específico del diesel	[t/m <sup>3</sup> ]	0,84	0,84
Consumo de diesel	[m <sup>3</sup> /año]	923	4.795
Factor de emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	2,6413	2,6413
Factor de emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0015	0,0015
Factor de emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0292	0,0292
Emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	2.437	12.666
Emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	1	7
Emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/año]	27	140
Emisión total	[tCO <sub>2</sub> e/año]	2.465	12.813
Valor de la emisión	[US\$/tCO <sub>2</sub> e]	16,52	16,52
Valor total	[US\$/año]	40.726	211.669

Fuente: Elaboración propia

#### 10.3.3.4 Ácido sulfúrico

##### Costo de accidentes

De acuerdo a lo descrito en el punto sobre estimación de costos logísticos, en la opción ferroviaria se debe considerar un flujo ferroviario de 160 mil tren-Km anuales y un flujo vial de 3,9 millones de veh-Km, todos ellos por caminos pavimentados. En la opción vial, por su parte el flujo de camiones llegaría a unos 15,4 millones de veh-Km, un 40% de los cuales ocurren en caminos pavimentados y un 60% en autopistas. Los costos por accidentes asociados a cada opción serían de 164 y 61 millones de pesos anuales, respectivamente.

En el cuadro siguiente se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 43**  
**Cálculo de costo de accidentes para el caso “ácido sulfúrico”**

Ítem	Cantidad anual	Valor Unitario [\$ dic 2010]	Valor total [\$ dic 2010]
<b>Opción ferroviaria</b>			
Flujo ferroviario [tren-Km]	158.947		
Atropellos	2,34	3.609.473	8.453.611
Colisiones/Choques	1,03	45.414.918	46.891.909
Lesionados	3,53	911.775	3.214.633
Fallecidos	0,98	89.330.820	87.736.732
<b>Subtotal</b>			<b>146.296.885</b>
<b>Opción vial</b>			
Flujo vial [veh-Km]	3.928.571		
Accidentes	1,12	15.636.440	17.568.657
<b>Subtotal</b>			<b>17.568.657</b>
<b>Total</b>			<b>163.865.542</b>
<b>Opción vial</b>			
Flujo vial [veh-Km]	15.400.000		
Accidentes	3,63	16.832.588	61.072.671
<b>Total</b>			<b>61.072.671</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Costo de cambio climático

De acuerdo a lo descrito previamente, el consumo de combustible asociado a esta operación es de 2.765 t por año para la opción ferroviaria (que incluye transporte vial) y de 6.850 t para la opción vial. De acuerdo a la metodología antes descrita, lo anterior equivale a un costo externo asociado al cambio climático de US\$145 mil por año para la opción ferroviaria y de US\$360 mil para la opción vial.

En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de la estimación realizada

**Cuadro 44**  
**Cálculo de costo de cambio climático para el caso “ácido sulfúrico”**

Ítem	Unidad	Modo		Modo Camión
		Ferrocarril - Camión Camión	Ferrocarril	
Consumo de diesel	[t/año]	1.748	1.017	6.853
Peso específico del diesel	[t/m <sup>3</sup> ]	0,84	0,84	0,84
Consumo de diesel	[m <sup>3</sup> /año]	2.081	1.211	8.158
Factor de emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	2,6413	2,6413	2,6413
Factor de emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0015	0,0015	0,0015
Factor de emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0292	0,0292	0,0292
Emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	5.496	3.198	21.549
Emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	3	2	12

Ítem	Unidad	Modo Ferrocarril - Camión		Modo Camión
		Camión	Ferrocarril	
Emisión N2O	[tCO <sub>2</sub> e/año]	61	35	238
Emisión total	[tCO <sub>2</sub> e/año]	5.560	3.235	21.799
Valor de la emisión	[US\$/tCO <sub>2</sub> e]	16,52	16,52	16,52
Valor total	[US\$/año]	91.856	53.443	360.121

Fuente: Elaboración propia

### 10.3.3.5 Celulosa

#### Costo de accidentes

De acuerdo a lo descrito en el punto sobre estimación de costos logísticos, en la opción ferroviaria se debe considerar un flujo ferroviario de 275 mil tren-Km anuales. En la opción vial, por su parte el flujo de camiones llegaría a unos 16 millones de veh-Km, todos los cuales ocurren en caminos pavimentados. Los costos por accidentes asociados a cada opción serían de 253 y 120 millones de pesos, respectivamente.

En el cuadro siguiente se puede ver el detalle de la estimación realizada.

**Cuadro 45**  
**Cálculo de costo de accidentes para el caso “celulosa”**

Ítem	Cantidad anual	Valor Unitario [\$ dic 2010]	Valor total [\$ dic 2010]
<b>Opción ferroviaria</b>			
Flujo ferroviario [tren-Km]	274.669		
Atropellos	4,05	3.609.473	14.608.277
Colisiones/Choques	1,78	45.414.918	81.031.639
Lesionados	6,09	911.775	5.555.051
Fallecidos	1,70	89.330.820	151.613.601
<b>Total</b>			<b>252.808.568</b>
<b>Opción vial</b>			
Flujo vial [veh-Km]	15.606.106		
Accidentes	5,52	21.662.792	119.677.428
<b>Total</b>			<b>119.677.428</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Costo de cambio climático

De acuerdo a lo descrito previamente, el consumo de combustible asociado a esta operación es de 960 t por año para la opción ferroviaria y de 6.900 t para la opción vial. De acuerdo a la metodología antes descrita, lo anterior equivale a un costo

externo asociado al cambio climático de US\$50 mil por año para la opción ferroviaria y de US\$365 mil para la opción vial.

En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de la estimación realizada

**Cuadro 46**  
**Cálculo de costo de cambio climático para el caso “celulosa”**

Ítem	Unidad	Modo Ferrocarril	Modo Camión
Consumo de diesel	[t/año]	961	6.945
Peso específico del diesel	[t/m <sup>3</sup> ]	0,84	0,84
Consumo de diesel	[m <sup>3</sup> /año]	1.144	8.268
Factor de emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	2,6413	2,6413
Factor de emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0015	0,0015
Factor de emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,0292	0,0292
Emisión CO <sub>2</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	3.022	21.838
Emisión CH <sub>4</sub>	[tCO <sub>2</sub> e/año]	2	12
Emisión N <sub>2</sub> O	[tCO <sub>2</sub> e/año]	33	241
Emisión total	[tCO <sub>2</sub> e/año]	3.057	22.092
Valor de la emisión	[US\$/tCO <sub>2</sub> e]	16,52	16,52
Valor total	[US\$/año]	50.500	364.955

Fuente: Elaboración propia

## 10.4 Resumen costos

A continuación se presenta un resumen de los costos estimados, tanto logísticos como externos, para cada uno de los transportes analizados, considerando la modalidad actual de transporte (ferrocarril, camión-ferrocarril) y la alternativa, que es su transporte solo por camión. Para este cuadro final, el valor de comparación será el costo por ton-km.

**Cuadro 47**  
**Resumen costos logísticos**

Producto	Modo	Costo logístico USD/ton-km	Costo externo USD/ton-km <sup>23</sup>	
			Accidentes	C. Climático
Hierro	Ferrocarril	0,026	0,0002	0,0007
	Camión	0,067	0,0011	0,0018
Cobre metálico	Camión - ferrocarril	0,035	0,0034	0,0006
	Camión	0,085	0,0007	0,0018
Concentrado de cobre	Ferrocarril	0,027	0,0035	0,0003
	Camión	0,069	0,0007	0,0018
Ácido sulfúrico	Camión - ferrocarril	0,043	0,0018	0,0007
	Camión	0,071	0,0007	0,0018
Celulosa	Ferrocarril	0,016	0,0024	0,0002
	Camión	0,072	0,0013	0,0018

Fuente: Elaboración de Libra

<sup>23</sup> Los costos sociales por accidentes se traspasaron a USD considerando el valor del dólar del 31 de diciembre de 2010 (\$468,37).

## 11. Análisis estudio de caso nacional: Corredor Bioceánico Aconcagua (CBA)

### 11.1 Planteamiento

Dentro del propósito básico del estudio, que es el aumento de la carga transportada por el ferrocarril, figura un análisis del proyecto de corredor bioceánico Aconcagua, proyecto que se encuentra en estudio por el consorcio que lo propone.

El proyecto consiste básicamente en construir una nueva línea de ferrocarril entre Mendoza y Los Andes, que pueda funcionar durante todo el año y que tenga capacidad para transportar los flujos provenientes del intercambio comercial entre Chile y Argentina, además del comercio entre Argentina y los países de la cuenca del Pacífico Sur, que puedan transitar por el paso denominado del Cristo Redentor.

### 11.2 Historia

Hasta 1984 operó entre Mendoza y Los Andes el denominado Ferrocarril Transandino por Juncal, ferrocarril de trocha métrica construido en 1910. El trazado, de 70 km, reunía una serie de condiciones de muy difícil operación: gradientes hasta de 8%, altura máxima de 3.200 m.s.n.m., operación con cremallera en la mitad del trazado, curvas de pequeño radio y frecuentes interrupciones por los temporales de la alta cordillera.

El ferrocarril fue electrificado en la década del '40, con lo que su operación se volvió aún más vulnerable, por la caída de las líneas aéreas en la temporada de invierno debido a las avalanchas.

Las condiciones operacionales fueron siempre muy limitadas, en el sentido de subida por la escasa capacidad de arrastre de las locomotoras debido a la gradiente, y en el de bajada debido a los problemas de frenado, que estaban limitados a 180 toneladas brutas repartidas en 28 ejes frenantes, lo que obligaba a transportar una gran cantidad de equipo vacío en ambas direcciones. En 1983, último año en que el ferrocarril operó normalmente (dadas sus limitaciones), la cantidad de trenes movilizados fue prácticamente la misma que la cantidad de carros cargados, aproximadamente 500.

El ferrocarril experimentó serios daños en el invierno de 1984 y la Empresa de los Ferrocarriles del estado decidió no restablecer el tráfico, por sus elevados costos y porque ya se contaba con una ruta pavimentada en ambos lados de la frontera, con un intenso tráfico de buses y camiones por el paso los Libertadores.

El tramo inferior del ferrocarril, entre Los Andes y Río Blanco (Km 34) se mantiene en operación hasta la fecha, para efectuar el transporte de los concentrados de la mina de Codelco División Andina. Este tramo inferior tiene gradientes muy inferiores (2,5%) y opera por adherencia.

Posteriormente, en 2002, la empresa argentina Tecnicagua presentó una iniciativa de proyecto para restituir la operación del ferrocarril por el trazado original, basada en un análisis de los crecientes volúmenes que circulaban por el paso Los Libertadores, estimando que el ferrocarril podría desplazar entre 2 y 4 millones de toneladas anuales desde el camino.

El proyecto de Tecnicagua, sin embargo, no consideró adecuadamente las dificultades técnicas de la ruta y perdió apoyo cuando el gobierno de Chile precisó que no estaba dispuesto a considerar aportes o subsidios estatales para el proyecto.

En 2010 se presentó un nuevo proyecto, cuya característica principal es que utiliza un túnel de baja altura para cruzar la cordillera, de manera de asegurar la operatividad durante todo el año. A continuación se comenta la información parcial obtenida sobre este proyecto, el que se encuentra aún en desarrollo.

### 11.3 Consideraciones generales

La traza básica del proyecto se presenta en dos alternativas: GD Alto y GD Bajo. La diferencia entre estos dos trazados está en el tratamiento de las interferencias actuales y futuras:

- Ruta 60
- Área urbana de Los Andes
- Área urbana de Vilcuya
- Transporte de la mina Andina de Codelco
- Central hidroeléctrica Chacabuquito
- Futuro embalse Puntilla del Viento

Estos trazados condicionan la altura del arranque del túnel y su longitud. En el trazado GD Alto el túnel está a 1.545 m.s.n.m., mientras que en el trazado GD Bajo, está a 1.410 m.s.n.m. En ambos casos la longitud del túnel es de aproximadamente 50 kilómetros, entre los más largos del mundo.

La información presentada corresponde a un nivel de anteproyecto, con algunos aspectos de diseño bastante detallados, tales como el diseño preliminar de túneles y obras de arte, el análisis de riesgo e impacto ambiental.

Aparentemente este considerable esfuerzo de ingeniería no está precedido de un estudio de perfil que evalúe en este nivel de detalle, la factibilidad técnico-económica del proyecto. Se ha supuesto que este estudio existe y que señala resultados positivos, ya que de otra manera no se comprende la existencia de un anteproyecto con tal detalle de análisis y diseño.

Llama la atención que no se haya analizado entre las alternativas, la idea planteada hace más de 30 años, de un túnel a más altura pero de mucha menor longitud, 25 kilómetros, cuyo arranque se encontraba en Juncal, a unos 2.200 m.s.n.m. A esta altura las dificultades climáticas en el invierno ciertamente son mayores que en Saladillo, pero el tramo crítico desde el punto de vista climático se encuentra por

sobre Juncal. Es posible que con una protección adecuada pudiera obtenerse una seguridad de tráfico aceptable, con un costo de inversión mucho menor.

El trazado proyectado es en trocha ancha (1.676 mm), igual al de la red sur del ferrocarril chileno y del ferrocarril BAP (ex-San Martín) que une la zona de Mendoza con Buenos Aires. Se propone alternativas en vía simple y vía doble.

En la información disponible no figuran los costos de inversión y operación del sistema.

## 11.4 Estudio de demanda

### 11.4.1 Descripción

El objetivo general del trabajo presentado en este informe es el de estimar la demanda de viajes de pasajeros y de carga hacia el servicio ferroviario entre Lujan de Cuyo y Los Andes para un período de 30 años, a contar desde la fecha de su habilitación (estimada en 2020), y su sensibilidad a distintos niveles tarifarios de dicho servicio.

Según se indica, el estudio de demanda se basa en la construcción de un modelo de transporte que resuelve las etapas de partición modal y asignación, considerando una red estratégica que incluye la vialidad principal de Argentina y Chile, los pasos fronterizos, la red ferroviaria de cada país y las principales vías marítimas de conexión entre los puertos de Chile y Argentina con el resto del mundo. Sobre esta red se incorporó diversos proyectos de corredores bioceánicos, tanto del norte (Paso Jama) como del sur de Chile (Paso Pino Hachado). Además de varios proyectos viales y ferroviarios tanto en territorio chileno como argentino, indicados como parte del eje Bioceánico Mercosur - Chile. En el caso de los proyectos en el territorio chileno, corresponden básicamente a proyectos actualmente en estudio, licitación o construcción bajo el sistema de concesión, además del mejoramiento de las rutas internacionales de la zona central. Sobre los proyectos en Argentina no se entrega información.

Se recopiló diversos antecedentes de demanda, tales como encuestas OD en el paso Cristo Redentor (para un día), análisis de los movimientos de carga de comercio exterior por los pasos fronterizos entre Chile y Argentina, y del comercio exterior de ambos países con el resto del mundo.

Complementariamente se realizó un proceso de entrevistas a generadores de carga, operadores logísticos y operadores turísticos. Dichas entrevistas tuvieron por objetivo caracterizar la situación actual, en relación a tiempos de viaje, tarifas, trámites, y opiniones sobre la operación actual. Se consultó también por posibilidades que visualizan los entrevistados sobre la inducción de nuevas cargas debido a la implementación del CBA, aspecto que solo representa opiniones generales y no estimaciones concretas. Por último, se realizó un ranking sobre las principales variables que son valoradas en estos transportes, cuyo orden fue: costo, disponibilidad de cruce todo el año, mayor seguridad (safety), y, finalmente, mayor agilidad en trámites aduaneros y tiempo de viaje no se consideran de mucha importancia.

Se realizaron una serie de análisis muy aproximados, basados en las tarifas actuales de transporte por camión entre Chile y Argentina, para fijar el orden de magnitud de la tarifa del CBA que lo haría competitivo para captar las cargas por Cristo Redentor. Este análisis concluyó un monto de entre US\$30 y US\$50 por tonelada.

Posteriormente se realiza una larga descripción teórica del modelo utilizado, correspondiente a TRANUS. Definiciones de zonificación; estratificación de la demanda (pasajeros y 10 categorías de cargas correspondientes a la clasificación CUCI (Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional); definición de modos de transporte.

Se describe el diseño operacional del servicio ferroviario, el cual se basa en tres tipos de servicios de transporte:

- Carga acompañada: se refiere a que es el camión completo el que se monta sobre el vagón ferroviario
- Carga transferida: se refiere a la transferencia de un contenedor entre el camión y el tren
- Transporte ferroviario puro: corresponde a carga que se transporta entre ambos países en ferrocarril y que el CBA presta un servicio de tracción para el cruce, es decir, los vagones completos son transferidos a la tracción (locomotora) provista por el CBA.

Adicionalmente, se establecen las características básicas de los trenes, tipo de material remolcado, las capacidades de diseño de la vía para las tres fases del proyecto, los tiempos de viaje promedio en cada fase (incluida carga y descarga), cargas medias por camión y porcentajes de camiones vacíos.

El informe continua describiendo, siempre en términos teóricos, otros parámetros de la modelación, tipologías de vía, velocidades de flujo libre, relaciones volumen capacidad, etc., pero sin reportar sus valores.

Se entrega a continuación una detallada descripción de la base teórica del modelo construido, método de asignación a rutas, modelación de la partición modal, restricciones de capacidad y matrices de demanda. Sin embargo, no se documenta en absoluto su implementación ni los valores de las variables del modelo descritas en el reporte teórico.

La construcción, consolidación y calibración de las matrices del año base (2007) no es reportada, solo se indica que se hicieron a partir de encuestas OD e investigaciones de comercio exterior.

Se indica que la calibración se llevó a cabo ajustando los parámetros del modelo de manera tal de reproducir los volúmenes de carga y pax en los pasos fronterizos modelados, concentrándose en conseguir el menor error posible en el paso CR y los pasos más próximos. Sin embargo no se reporta los valores de los parámetros calibrados de los modelos de demanda (partición modal y asignación).

Se reporta luego la metodología de proyección de la demanda, basada en proyecciones de largo plazo del PBI (PIB) de un conjunto de países analizados (32), a partir de las cuales se estima el crecimiento de las importaciones y exportaciones en cada uno de ellos (incluidos Chile y Argentina), estableciendo unos índices (base 100 en 2007), entre el año base 2007 y el año 2050. Supuestamente a partir de estos índices se determinaron las matrices por producto para los distintos cortes temporales modelados (2020, 2030, 2040 y 2050), pero no se indica cómo, sino que solo se entregan los resultados en anexos, pero solo los correspondientes a 2007 (año base) y 2020.

De aquí en más el reporte del estudio se centra en entregar resultados agregados sobre la demanda captada por el proyecto para los distintos escenarios simulados y niveles tarifarios.

Los escenarios considerados fueron los siguientes:

**Alternativa 1 – Sistema Cerrado:** bajo esta alternativa, el CBA no se conecta directamente con las redes nacionales ferroviarias de Chile y Argentina. Por lo tanto, la demanda llega al cruce por carreteras.

**Alternativa 2 – Sistema Abierto sin Limitación Ferroviaria:** bajo esta alternativa, el CBA está conectado directamente a las redes nacionales ferroviarias de Chile y Argentina, las cuales tienen la capacidad de absorber toda la demanda que requiera de sus servicios de transporte. Se asume que el Sistema Abierto entre en operación a partir del año 2030.

**Alternativa 3 – Sistema Abierto con Limitación Ferroviaria:** bajo esta alternativa, el CBA está conectado directamente a las redes nacionales ferroviarias de Chile y Argentina, esta última con una restricción de capacidad hasta 3.6 millones de toneladas al año por línea por sentido. Este límite de capacidad, se indica que se basa en conversaciones con operadores ferroviarios de Argentina.

Para ambos sistemas abiertos (sin limitación y con limitación) simulados, se consideraron las siguientes opciones de transbordo de carga:

1. Camión – Tren CBA – Camión (como carga acompañada o sólo contenedores)
2. Tren Nacional – Tren CBA – Tren Nacional (CBA provee sólo tracción, no hay transbordo de carga, se transfieren los carros).

Todas las alternativas se simularon bajo los siguientes niveles tarifarios:

- Tarifa de 0 USD / Ton. (no se explica por qué se simula este caso)
- Tarifa de 28,02 USD/Ton.
- Tarifa de 32,69 USD/Ton.
- Tarifa de 38,76 USD/Ton.
- Tarifa de 44,84 USD/Ton.
- Tarifa de 51,38 USD/Ton.

Sin embargo, posteriormente se indica que en la simulación, cada nivel tarifario establece un valor diferenciado según la modalidad de transporte en el CBA. La más

cara y que coincide con las tarifas anteriores, es la de carga acompañada, luego la de contenedor (se transfiere el contenedor del camión al tren) y, finalmente, la del ferrocarril (se transfieren los carros). Los valores resultantes se muestran en el cuadro siguiente.

**Cuadro 48**  
**Tarifas simuladas según modalidad de transporte en el CBA**

TARIFA CARGA ACOMPAÑADA			TARIFA CONTENEDOR			TARIFA FERROCARRIL		
US\$ / km-camión	US\$ / camión	US\$ / tonelada	US\$ / km-contenedor	US\$ / contenedor	US\$ / tonelada	US\$ / km-tren	US\$ / tren	US\$ / tonelada
3	617	28,02	1,85	380	17,29	84,12	17.286	12,8
3,5	719	32,69	2,16	444	20,17	98,13	20.167	14,94
4,15	853	38,76	2,56	526	23,91	116,36	23.912	17,71
4,8	986	44,84	2,96	608	27,66	134,58	27.657	20,49
5,5	1.130	51,38	3,39	697	31,69	154,21	31.690	23,47

Fuente: Estudio de demanda Corredor Bioceánico Aconcagua (2011)

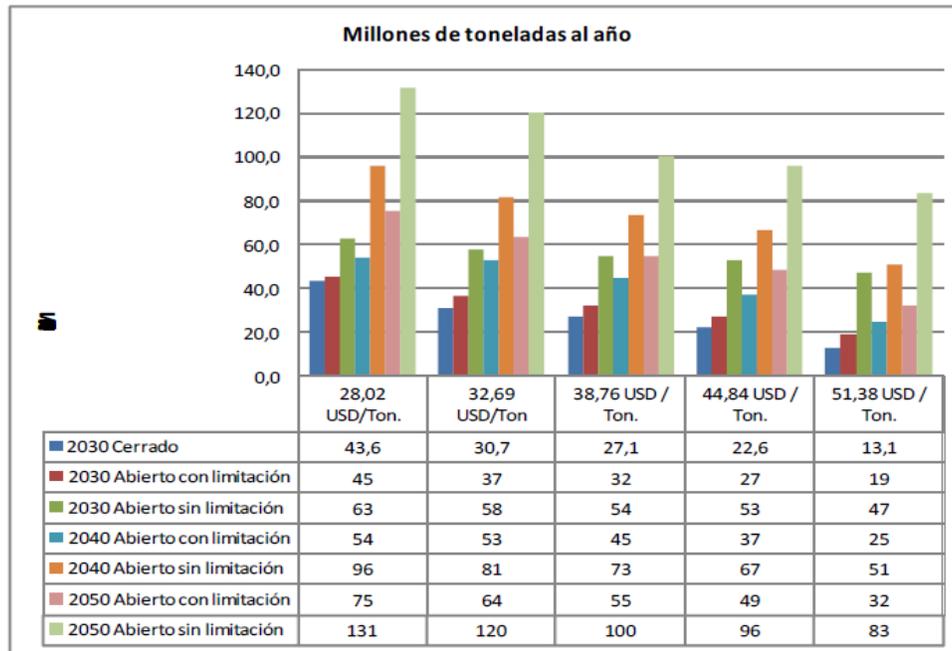
Nótese que los valores están siempre referidos a carga media por camión/contenedor de 22 ton y de tren de 1.350 ton. No es claro cómo tarifican en la simulación a los camiones vacíos, contenedores vacíos y carros de ferrocarril vacíos.

Los resultados de la simulación son entregados en cuadros resumen sin ningún detalle respecto de tipos de productos u origen destino, limitándose sólo a indicar el total de toneladas que utiliza el CBA en las distintas modalidades, para cada nivel tarifario, corte temporal y escenario.

A modo ilustrativo de los resultados se indica que al 2020, sin el proyecto CBA, por Cristo Redentor se estima un paso total de 21,7 millones de toneladas y para el 2030 27,7 millones de toneladas (solo para estos 2 cortes temporales se entrega resultados para la situación sin proyecto). En la situación con proyecto, los resultados entregados estiman para el CBA demandas de entre 9,7 millones de toneladas en 2020 en la situación de mayor tarifa, hasta una demanda de más de 130 millones de toneladas en el escenario de sistema conectado a las redes ferroviarias de Chile y Argentina, en el 2050 y con la tarifa más baja.

Se presentan también cálculos de ingresos del sistema para cada escenario, estableciendo la tarifa óptima (que maximiza los ingresos) en cada escenario y corte temporal.

Finalmente, a modo de conclusiones, se reporta un capítulo que compara los distintos escenarios y situaciones simuladas, entregando el siguiente gráfico que ilustra lo resultados obtenidos.



A partir de los resultados obtenidos se analiza el impacto del proyecto sobre el transporte marítimo. Este impacto se cuantifica a partir de la reducción que el proyecto, en cada nivel tarifario, produce en la demanda de abordajes (concepto que no definen en el informe y no resulta claro para este consultor). Dicho análisis se presenta solo para los años 2020 (sistema cerrado) y 2030 (sistema abierto sin y con limitaciones). Se indica que dicho impacto es bajo y solo se produce para los niveles de tarifa de CBA más bajos (hasta 4,15 US\$/km-camión) y con un máximo de un 7% en el caso de la menor tarifa y el sistema abierto sin limitaciones. En todo caso, pareciera referirse a eventuales cargas entre Chile y Argentina (sin origen o destino en otros países) que actualmente se transportan vía marítima, las que se traspasarían al transporte terrestre producto del proyecto CBA.

Finalmente, se entrega un reporte muy escueto respecto de resultados de demanda de pasajeros, los cuales se incorporan al proyecto a partir del año 2040. Se obtuvo como resultado que el CBA no es atractivo para el transporte privado (autotrén), ya que no captó demanda para ninguna de las tarifas simuladas (entre 1,2 y 2,2 dólares por veh-km). En el caso del transporte público, los resultados arrojaron una captación entre 400 mil y 1 millón de pasajeros al año en 2040, según tarifa, y entre 500 mil y 1,8 millones de pasajeros al año en 2050. Recuérdese que el transporte se realiza subiendo al bus completo al tren para hacer el paso de la cordillera.

En las conclusiones del estudio se manifiesta que el escenario de sistema abierto sin limitación ferroviaria resulta muy poco probable debido a las enormes inversiones que tendrían que hacer ambos países para aumentar la capacidad de sus respectivas redes ferroviarias.

#### 11.4.2 Comentarios sobre el estudio de demanda

El primer comentario y principal que se puede mencionar sobre este estudio de demanda es que su reporte es insuficiente para evaluar y analizar técnicamente su desarrollo y resultados.

El informe se esfuerza en describir en detalle la metodología y modelos empleados, la cobertura de la red, etc., pero no hace documentación alguna de la implementación de dicho modelo de transporte.

Se realizó una serie de tareas y actividades de entrevistas y recopilación de antecedentes, que son reportadas individualmente, pero el informe no expone cómo dicha información fue utilizada en la modelación. En las matrices de demanda del año base se indica que se construyeron a partir de una encuesta (de pasajeros de un solo día de duración) y de antecedentes de comercio exterior de Chile y Argentina, pero no se expone cómo, solo se presenta el resultado en anexo.

El reporte de calibración solo se enfoca a mostrar el grado de reproducción de los flujos de transporte en los distintos pasos fronterizos, los cuales son satisfactorios, pero no expone en absoluto los valores de los parámetros de los modelos de demanda (asignación y partición modal) que permitan analizar la validez estadística de los resultados y la capacidad predictiva del modelo. El no disponer de estos antecedentes específicos, no permite pronunciarse sobre la validez de los resultados obtenidos, en relación a los modelos empleados.

Actualmente, el único modo de transporte terrestre entre Chile y Argentina es el camión (salvo alguna mínima carga que se transporta por vía marítima), por lo que no se entiende cómo construyeron y calibraron un modelo de partición modal de la carga internacional a partir de lo observado (el informe no reporta la realización de estudios de preferencias declaradas u otras técnicas para estimar modelos de partición modal que incluyan un modo inexistente en la actualidad).

En relación con el enfoque de modelación propuesto en el estudio, se estima que no es necesariamente válido o, al menos, requiere de una diferenciación de variables a considerar, cuando se trata de cargas de distinta naturaleza o modalidad de transporte considerada.

En el caso que la utilización del CBA corresponde a una decisión de los operadores de transporte (carga acompañada), el enfoque y variables consideradas pueden, en principio, ser apropiados. En efecto, las cargas que actualmente se mueven por el paso Cristo Redentor y su proyección sin el proyecto, la decisión es básicamente del operador que decide (posiblemente solo por costo – incluido el tiempo de viaje y otras consideraciones, tales como la mayor disponibilidad de paso) si subir el camión al tren o circular por el paso vial. En este caso la carga no se transfiere del camión y la responsabilidad de ella sigue siendo del operador (en relación al dueño de la carga), aun cuando viaje sobre el tren en este tramo. Este tipo de carga sin embargo, es relativamente poca en relación a las estimaciones globales presentadas en el estudio, si se considera que actualmente (año base de análisis 2007) el tráfico es solo de unas 6 millones de toneladas en total.

En el caso de carga contenedorizada que se transfiere del camión al ferrocarril, las decisiones corresponden al generador de la carga, ya que éste tiene que en definitiva contratar tres transportes diferentes: del origen al CBA en camión; el CBA; y del CBA al destino en camión. El estudio no se refiere a si el CBA actuará como prestador del servicio puerta a puerta, es decir, que sea el CBA el que contrata los tramos nacionales en camión para el contenedor. Este es sin duda un aspecto diferenciador al caso de carga acompañada. Tampoco se refiere a la problemática de la logística de contenedores, el tráfico de contenedores vacíos por el paso.

Adicionalmente, y correspondiendo a la proporción mayor de carga estimada que captaría el CBA en cualquiera de sus escenarios, se encuentra la carga desviada, es decir, aquella que sin el CBA se envía a un destino distinto. Tal es el caso de las supuestas cargas de comercio exterior de Chile y Argentina, cuyo destino es África, Europa y la costa este americana para el primero, y las con destino en Asia y la costa oeste americana para el segundo. El estudio predice que con la implementación de CBA un gran volumen de carga de comercio exterior de Argentina se embarcaría por puertos chilenos en el pacífico y, del mismo modo, carga de comercio exterior de Chile se embarcaría por puertos argentinos en el Atlántico. En esta estimación, al parecer ya que como se mencionó antes no se documenta el modelo implementado, la elección se basa exclusivamente en variables de costo de transporte, cuyo valor tampoco es claro pues no se reportan costos marítimos ni portuarios para estos transportes hasta su destino, además de no analizar ni considerar otras variables que pueden ser relevantes en la decisión.

La verdad es que cuesta bastante creer que solo porque se produzca una rebaja de unos pocos dólares por tonelada en el costo de cruzar la cordillera, se produciría la enorme redistribución del transporte de carga que el estudio postula.

El propio estudio indica que el costo de transporte ahorrado en el CBA es del orden de los 30 US\$/ton. Además, en el caso de la carga no acompañada (que representa el principal volumen en el escenario con limitación ferroviaria – el más conservador), el estudio establece que los tramos nacionales en camión son más baratos que los internacionales, por lo que adicionalmente se produce un ahorro de otros 30 US\$/ton. Por su parte, la tarifa del CBA modelada varía entre los 30 US\$/ton y los 50 US\$/ton, con lo que la reducción de costos en el viaje completo en este caso sería entre 10 US\$/ton y 30 US\$/ton (según la tarifa que se considere para el CBA).

Si bien, en principio el ahorro parece significativo (el costo entre Buenos Aires y Valparaíso es de 124 US\$/ton según el estudio, luego el ahorro es entre un 8% y un 24% en este caso), no es claro que sea suficiente para producir una redistribución de los flujos. En rigor este es un tema que no pudo ser evaluado por este consultor, debido a que el estudio no presenta cálculos de los costos en los modos alternativos (transporte marítimo).

Mención aparte representa el tema de las proyecciones de las matrices de demanda utilizadas en el estudio. El informe se limita a reportar cierta teoría sobre las proyecciones de largo plazo de los PBI (PIB) de una serie de países que tienen comercio con Chile y Argentina, a partir de los cuales infieren unos índices de crecimiento de sus exportaciones e importaciones. Luego, sin exponer cómo lo hacen, supuestamente a partir de estos índices, se obtuvieron las matrices

proyectadas para los cortes temporales modelados (2020, 2030, 2040 y 2050). La precariedad del reporte no permite comentar las proyecciones realizadas ni sus resultados.

En relación con la simulación en sí misma, no resulta clara la forma en que se tarifican los transportes en CBA, ni como son tratados en la modelación los camiones vacíos y cuál sería su tarifa. En forma equivalente, es de suponerse la existencia de transporte de contenedores vacíos (desequilibrio entre los movimientos de contenedores cargados en cada sentido), los cuales tampoco se indica cómo son tratados ni cuál sería su tarifa. Finalmente, situación equivalente sucedería con los carros ferroviarios, parte de los cuales también tendrían que atravesar vacíos para devolverlos al origen.

En relación con los resultados de captación de demanda del CBA presentados, ya se ha dicho que son muy agregados, no se conocen los orígenes-destino captados por el CBA, ni los productos específicos (ni siquiera se presentan los resultados en función de la categorización de cargas propuesta por el estudio), lo que hace difícil opinar.

Un primer aspecto que llama la atención, es el significativo crecimiento que proyecta el estudio de carga por el paso Cristo Redentor en la situación sin proyecto CBA. En efecto, el estudio indica que al año base (2007) el volumen de carga alcanzó del orden de las 5 millones de toneladas. Luego, en la simulación del año 2020 en la situación sin proyecto, el modelo asigna un total de casi 22 millones de toneladas al paso vial, es decir, más de 4 veces el año base, equivalente a un crecimiento constante de un 12% anual, lo cual no parece justificado. De hecho, los resultados de la modelación sin proyecto en 2030 muestran un crecimiento entre el 2020 y 2030 de solo un 2,5% anual.

Además, los resultados presentan valores que hacen pensar que el modelo construido posee inconsistencias graves. En efecto, el Cuadro 3.13.2.1 f de la página 100, por ejemplo, muestra que para el año 2020 sin el CBA (situación sin proyecto) el tráfico por el paso vial de Cristo Redentor sería de casi 22 millones de toneladas al año y en la situación con CBA, para tarifa superior o igual a 32,69 US\$/ton, el total de carga que pasaría (paso vial más el CBA) es inferior a la de la situación sin CBA. Esto resulta inconsistente, ya que ninguna tarifa del CBA puede producir que la carga total en el paso disminuya respecto de la que habría sin el proyecto. Esta situación se repite en el corte temporal 2030. En los cortes temporales 2040 y 2050, no es posible hacer la comparación por cuanto el informe no entrega la estimación de carga por el paso vial Cristo Redentor para la situación sin proyecto.

Esta situación, a menos que se trate de un error de reporte, invalida las estimaciones realizadas con el modelo.

Sobre otros aspectos, el estudio no se pronuncia en específico respecto de la infraestructura portuaria y cómo ella enfrentaría estos cambios de tan enormes proporciones.

En relación a los pasajeros, los resultados obtenidos por el modelo son que el servicio ofrecido por el tren a los vehículos particulares no es atractivo para ningún nivel tarifario, pero sí lo es para los buses. A nivel de enfoque podría considerarse

posible utilizar el modelo, ya que este caso la decisión es principalmente del operador de buses que decide hacer el cruce montado en el ferrocarril, a una tarifa que, en principio, no pareciera hacer aumentar significativamente el valor de los pasajes. Sin embargo, no es claro y el estudio no lo analiza, cuál sería la percepción de los usuarios de buses frente a esta situación y si efectivamente sentirán el paso sobre el tren y transitando por un túnel de más de 50 kms., como un mejoramiento del nivel de servicio. Cabe mencionar que el estudio no reporta cómo se proyectó la demanda de pasajeros a los años 2040 y 2050 modelados.

## 11.5 Comentarios sobre el diseño técnico

### 11.5.1 Radios de curvas

Se indica los radios de curva mínimo para los sectores con diversas velocidades:

Para	120 km/h	800	m
	100 km/h	600	m
	80 km/h	350	m

Las velocidades señaladas arrojan dudas sobre la naturaleza del proyecto. Si se trata de un proyecto de transporte de carga, las velocidades parecen excesivas para las pendientes de 2% consideradas. En cambio, si se trata de un proyecto de transporte de pasajeros, las velocidades son bajas. Aparentemente se ha procurado llegar a un compromiso en que los trenes de carga no sobrepasarán los 80 km/h y compartirán la vía férrea con trenes de pasajeros de mayor velocidad.

En cualquiera de estos escenarios, no parece conveniente utilizar radios tan reducidos como 350 m. En el caso de los trenes de carga, los radios reducidos producen esfuerzos excesivos sobre la vía férrea, lo que aumenta considerablemente los costos de mantenimiento. En el caso de los trenes de pasajeros, 80 km/h es una velocidad demasiado baja, como también lo son 100 y 120 km/h.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que, de acuerdo con la norma chilena, el radio mínimo para curvas sin ensanche es 550 m. Curvas de 350 m deben llevar ensanche, lo que limita el uso de durmientes de hormigón y encarece el mantenimiento.

Dada la magnitud de la inversión, es recomendable considerar radios mayores, de 1.000 o 1.500 m y en cualquier caso, 600 m como mínimo absoluto.

### 11.5.2 Capacidad de soporte de la infraestructura

En la información disponible no se encuentra la máxima carga por eje admisible, ni la sección de riel por utilizar.

Teniendo en cuenta la evolución de los equipos para transporte de carga, las obras de arte deberían diseñarse para soportar vehículos hasta de 30 t/eje como mínimo. Esto equivale a vagones de 120 toneladas de peso bruto cargado y locomotoras hasta 180 toneladas de peso total. Estos no son los tamaños máximos que utiliza la

industria en este momento: los nuevos diseños son para 36 t/eje y hasta 40 t/eje en casos especiales.

Aún en el caso que los equipos rodantes utilizados inicialmente en el proyecto sean vehículos de menor peso por eje, que no hagan necesario utilizar secciones de riel para más de 25 t/eje, las obras de arte deberían ser diseñadas para 30 o 36 t/eje en previsión a los tráficos futuros. Los rieles pueden ser reemplazados más adelante, pero los puentes y otras obras de arte pueden convertirse en limitaciones de muy costosa solución.

No se indica el perfil de riel. En Chile, actualmente el perfil mínimo es 115RE, perfil AREMA de 67 kg/m, cuya capacidad de soporte es de 25 t/eje a 80 km/h. En Argentina se utiliza perfiles norma UIC, que son incompatibles con los perfiles AREMA. Esta incompatibilidad entre la normativa de ambos países es de difícil solución, pero deberá abordarse si el proyecto llega a materializarse.

### 11.5.3 Sistema de tracción

El sistema presupone tracción eléctrica. Atendiendo al tipo de locomotora mostrada en el estudio, el diseño se ha basado en tecnología europea, de baja eficiencia en el transporte de carga. La locomotora señalada, una Siemens Eurosprinter ES64U6 no es una locomotora adecuada para el transporte de carga. Tiene una potencia muy elevada –6.500 KW, adecuada para altas velocidades- y muy bajo peso, 132 t. Su capacidad de arrastre en una gradiente de 2% es de 1.760 toneladas brutas, inferior a las 2.100 toneladas brutas señaladas en el estudio. Para remolcar 2.100 toneladas brutas en el 2% se requiere un esfuerzo tractor de 700 KN, muy superior a los 400 KN de la locomotora propuesta. Y, con todo, se trata de un tren con sólo 28 vagones y 1.400 toneladas netas de capacidad. La rigidez del sistema electrificado no permite circular dos o más locomotoras en múltiple para aumentar la longitud de los trenes y por lo tanto su capacidad.

La locomotora propuesta puede compararse con la General Motors SD90MAC, de tipo diesel eléctrico, de 4.660 KW y que desarrolla un esfuerzo de tracción continuo de 730 KN.

El análisis anterior está confirmado por la experiencia mundial: el sistema de tracción eléctrico no es el más adecuado para los servicios de carga. Debe tenerse en cuenta que ni los ferrocarriles argentinos ni los chilenos están electrificados en la zona, por lo que las máquinas eléctricas quedarían confinadas al sector Los Andes – Mendoza.

Aparentemente, la tracción eléctrica se ha considerado como indispensable por la longitud del túnel, ya que la operación diesel presentaría problemas de ventilación de magnitud. Estos problemas podrían abordarse de diferentes maneras, como por ejemplo:

1. Utilizando locomotoras eléctricas remolcadoras sólo en el interior del túnel
2. Diseñando sistemas de ventilación de alta potencia
3. Acortando la longitud del túnel

La tercera alternativa lleva nuevamente a la observación efectuada antes, sobre el proyecto del túnel de Juncal.



Locomotora SD90MAC

Por tratarse de un proyecto aún en elaboración, no hay antecedentes para otros comentarios.

## 12. Análisis y diagnóstico

### 12.1 Discusión general

Según lo señalado en las Bases Técnicas del estudio, el propósito principal de éste es el aumento de la participación del modo ferroviario en el mercado de transporte terrestre. Para el cumplimiento de este propósito, debe ponerse especial énfasis en los aspectos de interoperabilidad e intermodalidad. La Oferta Técnica del Consultor agregó un tercer factor, que es la accesibilidad del ferrocarril a los centros generadores y receptores de carga.

El análisis introductorio, contenido en los capítulos 2 y 3 del presente informe, confirmado luego por la investigación efectuada en los diferentes ferrocarriles, muestra que en la mayor parte de ellos no se presentan problemas importantes de interoperatividad. La excepción más importante, como se verá, está constituida por la red de EFE.

En lo que se refiere a la intermodalidad, es necesario tener en cuenta que, dadas las características estructurales del ferrocarril, la intermodalidad es en realidad una solución de segundo orden (second best), que se aplica en el caso de transportes atractivos para el modo por su gran volumen, cuando no es posible el acceso directo del ferrocarril a los centros generadores de carga (productores) o a los centros receptores (industrias o puertos).

El problema de la accesibilidad, en cambio, es mucho más importante para el propósito de aumentar la participación del ferrocarril, ya que apunta a la solución de primer orden que es el acceso directo. Los problemas de accesibilidad del ferrocarril son, por mucho, los principales obstáculos para su crecimiento.

En un análisis orientado a este propósito, no debe perderse de vista que el transporte ferroviario tiene un rango de eficiencia y que por lo tanto, no todos los transportes son adecuados para el modo.

El gráfico presentado en la Figura 1 de la sección 2.4 de este informe esquematiza las áreas de eficiencia del ferrocarril frente a los camiones. De este esquema se desprende que, en teoría, el ferrocarril es más eficiente en grandes volúmenes y en distancias largas. Sin embargo, dada la configuración del territorio y las características de la economía, la mayor parte de los volúmenes movilizadas en Chile lo hacen en forma transversal, lo que implica cortas distancias. Los movimientos longitudinales son de escaso volumen y en grandes extensiones del territorio no se justifica la existencia de un ferrocarril longitudinal. Esa es la razón básica del abandono de la ex-Red Norte de EFE.

Por lo anterior, el mercado natural del ferrocarril se limita a los grandes volúmenes de productos homogéneos, ya sea mediante el acceso directo o utilizando mecanismos de consolidación de cargas, principalmente en el caso de transportes susceptibles de mecanización.

## 12.2 Nuevos mercados

En el Capítulo 2 del presente informe se analizó el contexto en que opera el ferrocarril en el mercado de transporte de carga. En este análisis se destacó el hecho, suficientemente demostrado en la experiencia internacional, que el ferrocarril es un modo de transporte especializado, que sólo es competitivo en el transporte de elevados volúmenes de carga homogénea. Específicamente en el punto 2.6 del mismo Capítulo se señaló que, en opinión del Consultor, el crecimiento del transporte de carga por ferrocarril está relacionado exclusivamente con el desarrollo de grandes proyectos.

Confirma esta apreciación, producto de una larga experiencia, el que los productos cuyo transporte es de orígenes y/o destinos dispersos, o cuyos volúmenes no son suficientes, como son los de consumo nacional, ha experimentado una continua disminución en el ferrocarril sin perjuicio de que el volumen total de estos productos haya crecido. Ha habido una clara pérdida de participación del transporte ferroviario motivada por la disminución de los costos del transporte vial, por la variación de la estructura de los flujos (más orígenes, más destinos) y por la misma especialización del transporte ferroviario. Esta situación se manifiesta claramente en transportes tales como el acero, el azúcar, el trigo y otros productos en los que el ferrocarril sólo puede captar tonelajes marginales.

Como contrapartida, el ferrocarril ha crecido de manera significativa en transportes tales como la celulosa y los productos de la minería, que tienen características que los hacen adecuados para el transporte ferroviario.

El análisis de la experiencia norteamericana, que si bien no es directamente aplicable en Chile por las diferentes características de la economía y de la estructura del mercado, pero que muestra las tendencias del modo ferroviario, aportan datos que constituyen una confirmación adicional del análisis efectuado para el caso chileno.

En Norteamérica (USA, Canadá y México), donde el ferrocarril tiene el 43% de participación en el mercado de transporte, 5 productos constituyen el 70% de los ingresos de los grandes ferrocarriles (9 empresas):

**Cuadro 49**  
**Distribución carga Norteamérica según tonelaje e ingresos. Grandes ferrocarriles**

Producto	% tonelaje	% ingresos
Carbón	47	25
Productos químicos	10	14
Granos	8	8
Contenedores y remolques	7	17
Alimentos y derivados	6	9
Otros (resto)	22	27

Fuente: AAR-2010

Llama la atención en estos transportes la baja incidencia en el tonelaje de contenedores y remolques, que constituyen la única manera de captar para el ferrocarril el transporte de productos misceláneos.

En los ferrocarriles medianos y menores (550 empresas), la situación no es muy diferente: también una cantidad limitada de productos constituye más de las tres cuartas partes del transporte ferroviario.

**Cuadro 50**  
**Distribución carga Norteamérica según tonelaje e ingresos. Ferrocarriles medianos y menores**

Producto	% tonelaje
Productos químicos	16
Granos	13
Carbón	12
Piedra, arcilla, agregados	11
Metales y derivados	8
Contenedores y remolques	7
Productos de papel	7
Petróleo y coke	5
Otros (resto)	21

Fuente: AAR-2008

Volviendo al caso de los ferrocarriles chilenos, además de los transportes masivos tradicionales y los nuevos proyectos, que están descritos en el estudio, no se divisa ninguna posibilidad de expansión significativa del transporte ferroviario. La carga miscelánea, que constituye la mayor parte del transporte terrestre y en la que el ferrocarril actualmente no participa, sólo podría ser transportada por este modo en forma contenedorizada, como se señala en el mencionado punto 2.6. Sin embargo, el actual movimiento de contenedores es exclusivamente de carga de importación y sólo en forma muy limitada de exportación. Los principales puertos de contenedores son Valparaíso, San Antonio y San Vicente. El ferrocarril participa en este transporte en el puerto de San Antonio en cantidades significativas aunque no mayoritarias; tiene una participación menor en Valparaíso por problemas de acceso y logísticos y no participa en San Vicente debido a que la consolidación de exportación se efectúa en el puerto mismo.

El desarrollo del estudio no ha hecho sino confirmar el planteamiento anterior, de que la expansión del transporte ferroviario de carga debe buscarse en los nuevos proyectos, forestales y mineros, facilitando el acceso del ferrocarril mediante una política de inversiones de infraestructura, la que se propone en el estudio.

En relación con el transporte de contenedores, es dudoso que los volúmenes de transporte lleguen a ser importantes en relación con otros productos,

como lo muestra la experiencia norteamericana: en todo el sistema ferroviario el transporte intermodal representa sólo el 7% del tonelaje. Pese a esto, en el texto del estudio se hace recomendaciones para abordar los problemas relacionados con este transporte.

## 12.3 Interoperatividad

El planteamiento conceptual previo efectuado en las primeras secciones de este documento postuló que los problemas de interoperatividad en la red ferroviaria chilena, definida como la posibilidad de un ferrocarril para circular por las líneas de otro, son prácticamente inexistentes o no tienen influencia de importancia. Esto ha sido confirmado por el análisis de cada ferrocarril en detalle. Sin embargo, al analizar las condiciones en que dicha interoperatividad se materializa, en la red de EFE, la de mayor densidad de tráfico del sistema ferroviario chileno, se encuentra problemas de importancia que deben ser resueltos si el objetivo es aumentar la participación del ferrocarril en el mercado de transporte de carga.

A continuación se realiza un análisis de la interoperatividad en cada ferrocarril o zona ferroviaria.

### 12.3.1 FCALP

En el Ferrocarril de Arica a La Paz, que probablemente reiniciará sus actividades en 2012, por pertenecer a EFE, está regido por el DFL 1 de 1993, cuerpo legal que consulta la posibilidad de tener diversos operadores en las vías. Una de las recomendaciones del Panel de Expertos que analizó la situación del ferrocarril fue precisamente que se instaurara un régimen de libre acceso, sin costo de infraestructura para los operadores. Esta solución se descartó por el momento sólo por el riesgo de que no hubiera interesados, pero podría adoptarse en el futuro. Tampoco hay inconvenientes legales o de otro tipo para que en el futuro los trenes del concesionario del ferrocarril boliviano puedan circular por las vías del FCALP y llegar hasta Arica.

### 12.3.2 Ferrocarril de Tocopilla

El Ferrocarril de Tocopilla tiene trocha diferente del resto de la red de la zona y por lo tanto no se divisa la posibilidad de operar en forma integrada con Ferronor. Hace unos 15 años se planteó la idea de transformar la trocha del ferrocarril (de 1.067 mm a 1.000 mm) para integrarlo a la red de Ferronor, pero esta iniciativa no se basaba en ningún nuevo proyecto productivo. Para hacer viable un proyecto de esta naturaleza debería surgir una nueva actividad productiva de gran magnitud, como un desarrollo minero, que justifique no sólo el transporte ferroviario propio, sino además el costo de modificar la trocha de la vía y la de la totalidad del equipo rodante de SQM.

### 12.3.3 FCAB/Ferronor

En la región de Antofagasta existe un intercambio limitado entre el FCAB y Ferronor. Los trenes de Ferronor pueden circular por el tramo entre Palestina y Augusta Victoria, de propiedad del FCAB, mientras que los trenes del FCAB pueden circular

por el tramo entre Augusta Victoria y Zaldívar, de propiedad de Ferronor. En este intercambio, los mayores volúmenes corresponden al FCAB, que transporta cantidades importantes de ácido sulfúrico y cobre metálico hacia y desde las minas Zaldívar y Escondida, teniendo como contrapartida la carga internacional que Ferronor baja en forma esporádica desde Socompa con destino a su línea central.

Como principio, el FCAB no ha permitido la circulación de trenes ajenos por sus líneas y sólo lo ha hecho en caso de un proyecto que le genera transporte adicional, como el ya mencionado. La Ley General de Ferrocarriles establece que las empresas ferroviarias están obligadas a permitir el empalme de otros ferrocarriles a sus líneas (Art 51) y establece la obligación de efectuar transportes en común *“mediante el tránsito del material rodante de una empresa en la línea de la otra”*, señalando que en caso que las empresas no celebren los convenios de intercambio correspondientes, el Departamento [de Ferrocarriles] podrá determinar la forma de efectuar los servicios... *“mientras que el Gobierno, oyendo a las empresas interesadas, adopte una solución definitiva”*. Este recurso, sin embargo, no ha sido utilizado hasta la fecha.

#### **12.3.4 Ferronor/Ferrocarril de Potrerillos**

En la región de Atacama se ha producido el traspaso de la actividad ferroviaria entre el Ferrocarril de Potrerillos, de propiedad de Codelco y Ferronor. Originalmente la División Salvador operaba sus propios trenes entre Potrerillos y Chañaral (Barquito), sobre sus líneas propias entre Potrerillos y Diego de Almagro, y pagando peaje entre Diego de Almagro y Chañaral. Posteriormente, un acuerdo comercial traspasó a Ferronor la totalidad de la actividad ferroviaria y esta empresa pasó a hacerse cargo de los equipos rodantes y la vía de propiedad de Codelco, en un arreglo que aparentemente presenta ventajas para ambas partes.

#### **12.3.5 Ferronor/Ferrocarril de Algarrobo**

También en esta misma región, la Compañía Minera del Pacífico, CMP ha traspasado la actividad ferroviaria a Ferronor para el transporte de las minas de Los Colorados y Algarrobo, el que se efectúa por líneas de ambas empresas, con equipos de Ferronor (parte de él, originalmente de CMP).

En los dos casos anteriores se produce una interoperatividad parcial, ya que las vías son propiedad de más de una empresa, aunque los equipos rodantes son de una sola. Sin embargo, queda de manifiesto que se trata de acuerdos comerciales adoptados libremente por ambas partes, para su mutuo beneficio.

#### **12.3.6 Ferronor/Ferrocarril de Romeral**

Más al sur, en la zona de La Serena, CMP transporta los minerales de Romeral al puerto de Guayacán por vías propias, pero mantiene vigente un convenio con Ferronor mediante el cual esta última empresa puede circular con sus trenes entre Coquimbo y La Serena –de propiedad de CMP– manteniendo la integridad física de la red central norte. Este tramo de 14 km no es utilizado actualmente por Ferronor, que no mantiene actividad en la zona, pero podría utilizarlo si surgiera la necesidad.

### 12.3.7 Ferronor/Ferrocarril de Cemento Melón

Finalmente, entre El Melón y La Calera, Ferronor y Cemento Melón utilizaban en común la vía férrea de propiedad de Ferronor mediante un convenio de peaje. Posteriormente, Ferronor abandonó sus actividades en la zona y en 2012 Cemento Melón dejará de utilizar sus trenes por agotamiento de la mina El navío, con lo que ese sector de la ex-Red Norte quedará abandonado.

### 12.3.8 Red de EFE

Como ya se ha dicho, en la red de EFE, en teoría, hay accesibilidad completa a toda la red por parte de los operadores de carga. En el sentido formal del término, no habría problemas de interoperatividad. En la práctica, sin embargo, hay numerosas restricciones a la circulación de los trenes de carga, especialmente en los sectores donde hay servicios de pasajeros.

Estas restricciones se producen especialmente en los siguientes sectores:

- Limache – Puerto por interferencias con los trenes de Merval
- Santiago – San Fernando por interferencias con los trenes de Metrotren
- Hualqui – Talcahuano por interferencias con los trenes de Fesub
- Concepción – Loma Colorada por interferencias con los trenes de Fesub

Y en menor medida:

- Santiago Chillán por interferencias con los trenes de Terrasur

Estas interferencias han sido analizadas en el estudio “Análisis de ITS en el Modo Ferroviario”, de la Subsecretaría de Transportes. Los efectos prácticos más importantes asociados a ellas se señalan a continuación.

#### **Sector de Merval**

En este sector sólo opera Fepasa.

El acceso al puerto de Valparaíso ha quedado seriamente limitado para los servicios de carga por el sistema de Merval, al extremo que Fepasa prácticamente ha abandonado el servicio del puerto (200.000 ton en 2010).

La razón principal de esta escasa participación en el movimiento del puerto es la imposibilidad por parte de Fepasa de hacer uso de las dos frecuencias diurnas a las que tiene derecho según el contrato de acceso a las vías de EFE. La elevada frecuencia de los trenes de Merval no permite intercalar los trenes de carga, los que están limitados a circular por la noche.

A lo anterior se suman algunas deficiencias estructurales:

- (a) Las dimensiones del túnel El Salto-Caleta Abarca, que no permite el transporte de contenedores apilados (double stacking).

- (b) El sistema de señalización de Merval, que requiere canales mucho más anchos para la circulación de trenes de carga, por su menor velocidad y porque los trenes de carga no cuentan con los dispositivos ATP de los automotores.
- (c) La conexión dependiente entre el patio Barón y el puerto, que obliga a los trenes de carga a circular por las líneas de pasajeros, imposibilitando las maniobras diurnas en ese tramo.

Sólo la tercera de estas deficiencias estructurales podría resolverse, mediante la habilitación de la llamada “vía vieja” que permitiría una conexión directa entre el patio Barón y el puerto. Esta conexión no se ha materializado pese a que Merval inició su nuevo servicio en 2005.

### **Sector de Metrotren**

En este sector operan ambos porteadores de carga: Fepasa (Santiago – San Fernando) y Transap (Los Lirios – Paine).

Las frecuencias de Metrotren y Terrasur son (Abril 2011):

- 26 trenes diarios por sentido entre Alameda y Nos
- 22 trenes diarios por sentido entre Nos y Paine
- 20 trenes diarios por sentido entre Paine y Rancagua
- 10 trenes diarios por sentido entre Rancagua y San Fernando
- 6 trenes diarios por sentido de Terrasur

El tramo entre Rancagua y Paine es el más congestionado; en él deben coexistir los 20 trenes diarios por sentido de Metrotren, más los 6 trenes diarios por sentido de Terrasur, más 2 trenes diarios por sentido de Transap y 5 trenes diarios por sentido de Fepasa, en total 33 trenes diarios por sentido.

Las rigideces de los itinerarios de pasajeros y la preferencia que estos trenes tienen en caso de anomalías de tráfico se traducen en demoras adicionales para los trenes de carga, aumento de los ciclos de rotación y por lo tanto, mayores costos operacionales y de capital, e insatisfacción de los clientes.

### **Sector de Terrasur**

En la actualidad el servicio Terrasur mantiene 6 frecuencias diarias por sentido entre Santiago y Talca, de las cuales dos siguen hasta Chillán. Las interferencias de estos servicios con los de carga se ponen de manifiesto especialmente en el tramo entre San Fernando y Talca, donde hay vía simple. En este sector Fepasa tiene unos 6 trenes diarios por sentido. Entre Talca y Chillán la interferencia es menor por el momento, pero probablemente las frecuencias a Chillán aumentarán en el futuro, ya que EFE cuenta con 10 trenes UTS 444, actualmente subutilizados. Las interferencias entre los trenes de pasajeros y los de carga en este sector es de gran importancia, ya que la capacidad de la vía simple es aproximadamente la sexta parte de la doble vía, o menos, dependiendo de la eficiencia del sistema de señalización.

## **Sector de Fesub**

Junto con el sector de Merval, este es probablemente el sector donde los sistemas de pasajeros producen mayores interferencias con los trenes de carga, con el agravante que el tráfico de carga es mucho más intenso, sobrepasando los 4 millones de toneladas anuales.

En este tramo operan Fepasa y Transap; la primera con 6 trenes diarios por sentido y la segunda con 3 trenes diarios por sentido. Estos 18 trenes compiten por los canales de circulación entre Laja y Hualqui con los 8 trenes del Corto de Laja (4+4) en una vía simple cuya capacidad está cercana a la saturación.

El problema se agrava entre Hualqui y La Leonera, donde la vía simple debe compartir su capacidad con los 26 trenes ya mencionados, más 16 trenes Biotren.

Entre La Leonera y El Arenal hay doble vía, lo que entrega una mayor capacidad, pero se generan nuevos trenes:

- (a) Los trenes que vienen desde San Rosendo no pueden fraccionarse en Concepción por falta de desvíos y deben seguir hasta El Arenal, devolviéndose por separado las fracciones que deben seguir a Lirquén o Coronel.
- (b) Se agregan los trenes que se movilizan entre los puertos: Coronel-San Vicente o Lirquén-San Vicente (ambos sentidos, según necesidades de embarque).

En el segundo sector de Fesub, entre Concepción y Lomas Coloradas, de simple vía, hay 10 servicios diarios por sentido del Biotren, los que comparten la escasa capacidad del ramal con los trenes de Fepasa y de Transap, disminuida por las limitaciones del puente Bio Bio.

En resumen, en la red de EFE, si bien nominalmente existe total interoperatividad para todos los operadores, los servicios de carga encuentran serias dificultades, especialmente en los sectores donde operan servicios suburbanos de pasajeros. Una parte importante de estas dificultades no tiene solución en el corto plazo, ya que éstas están relacionadas con deficiencias estructurales, básicamente la capacidad de la vía férrea en algunos sectores críticos, sobredemandada por el crecimiento no previsto adecuadamente del tráfico de pasajeros y de carga.

En el corto plazo, sin embargo, es factible adoptar una serie de medidas que permitirían mejorar la situación mientras se adoptan las medidas de largo plazo -básicamente inversiones- que permitan conciliar las necesidades de los diferentes actores del mercado ferroviario.

## **12.4 Intermodalidad**

Como se ha señalado antes, la intermodalidad no es un fin en sí misma, sino sólo una solución que se aplica cuando no es posible el acceso directo del ferrocarril en el origen o en el destino de las cargas.

Las soluciones intermodales surgen de manera espontánea cuando hay un transporte de interés. Las empresas ferroviarias, cuando se atienen en forma

estricta a las consideraciones de rentabilidad económica, evalúan el costo de la construcción de un acceso ferroviario versus el costo de la operación multimodal.

Normalmente estas opciones sólo se presentan en los transportes terrestres; las interfaces con modos diferentes, como el marítimo y el aéreo, implican necesariamente soluciones intermodales.

A continuación se realiza un análisis de la intermodalidad en cada ferrocarril o zona ferroviaria.

#### 12.4.1 FCALP

En la sección 8.2 del presente informe se resumió el Plan de Rehabilitación del FCALP, indicando que, entre otras iniciativas, se propone la enajenación de los terrenos del ferrocarril en Chinchorro, lo que presupone la construcción de un taller para el mantenimiento de equipo rodante, de galpones para recepción y almacenamiento de minerales y un patio de maniobras en otra localidad, señalándose en principio terrenos ubicados en Chacalluta.

Inicialmente se había propuesto incluir las instalaciones ferroviarias en los terrenos de EPA en Chacalluta, destinados a una zona de extensión portuaria. Como para acceder a estos terrenos se requeriría cruzar la carretera internacional, ya que el trazado del ferrocarril se encuentra en el lado opuesto, posteriormente se propuso la adquisición de un terreno vecino al ferrocarril, en la misma zona. El terreno propuesto parece tener longitud insuficiente para instalaciones ferroviarias, pero no se tuvo acceso a los planos correspondientes. En la figura siguiente se muestra su ubicación.

**Figura 54**  
**Ubicación instalaciones ferroviarias FCALP**



Sin embargo, el problema más importante se refiere a la recepción de minerales y de otras cargas de exportación boliviana. El proyecto de EPA consulta la construcción de uno o más galpones en los terrenos de la zona de extensión portuaria, donde se recibirían los camiones y se almacenarían los productos hasta su embarque, plazo que puede extenderse más de 6 meses. Si se desea utilizar los mismos galpones para las cargas transportadas por ferrocarril, el cruce de la carretera sería inevitable, ya que de lo contrario habría que construir galpones también en el lado del ferrocarril.

Por otra parte, dada la distancia entre Chacalluta y el puerto (11 km) es probable que el movimiento entre la zona de extensión y el puerto mismo se efectúe mayoritariamente por camiones, perdiéndose una de las ventajas del ferrocarril por su menor interferencia con las actividades de la ciudad.

En caso que finalmente se optara por esta solución, deberá establecerse un sistema de transporte combinado –intermodal– para acceder al puerto con las cargas bolivianas de exportación y posiblemente con una parte importante de las cargas de importación.

#### **12.4.2 Ferrocarril de Tocopilla**

El Ferrocarril de Tocopilla tiene acceso directo a las instalaciones de SQM tanto en el origen como en el destino. Se producen algunos transportes internos en las plantas para cargar carros de ferrocarril, los que pueden considerarse parte de los procesos industriales.

#### **12.4.3 FCAB**

El principal transporte intermodal efectuado por el FCAB es el de la mina Gaby de Codelco. Aproximadamente 150.000 toneladas anuales de cátodos de cobre se transportan en camiones entre la mina y la estación más cercana del ferrocarril, a unos 90 km, para ser transportados hasta Mejillones por este medio. Los camiones pertenecen a Train, una empresa filial del FCAB.

La empresa de camiones de FCAB no sólo tiene por propósito efectuar los transportes intermodales del grupo, sino compete en el mercado de transportes en forma igualitaria. Si por alguna razón Train no puede mejorar la oferta de un competidor, FCAB está en condiciones de efectuar el transporte combinado con la empresa que le resulte más conveniente.

#### **12.4.4 Ferrocarril de Potrerillos**

El ferrocarril no tiene acceso directo a las instalaciones de El Salvador, por lo que se efectúan transportes combinados entre Llanta y El Salvador en forma esporádica. No se registran transportes combinados en forma sistemática en este ferrocarril.

#### **12.4.5 Ferrocarril de Algarrobo**

Los transportes de las minas principales –Los Colorados y en menor medida El Algarrobo– se efectúan por ferrocarril en todo su recorrido. Sin embargo, la producción de minas menores, como Sositas y Huantemé, que no tienen acceso

ferroviario, se transporta por camiones hasta Maitencillo (aproximadamente 20 km), donde se llevan por ferrocarril hasta la Planta de Pellets de Huasco. El mineral es acopiado en cancha en Maitencillo y cargado al ferrocarril posteriormente, para independizar el transporte vial del ferroviario.

Este transporte se efectúa en carácter intermodal pese a su reducida distancia (36 km), debido a que las instalaciones de recepción de minerales en la planta de pellets están diseñadas para el ferrocarril y la descarga de camiones es una maniobra complicada.

#### **12.4.6 Ferrocarril de Romeral**

En este ferrocarril se produce un transporte que puede clasificarse como intermodal con los minerales provenientes de El Tofo. CMP explota algunos desmontes de mayor ley en esta mina agotada, los que transporta a Romeral (65 km) en camiones (aproximadamente 400.000 TMA). El mineral es incorporado a las pilas de acopio para su posterior transporte al puerto de Guayacán por ferrocarril (42 km) junto con el resto de los transportes de la mina.

#### **12.4.7 Ferronor**

El principal transporte combinado efectuado por Ferronor era el de sales entre el Salar de Atacama y las instalaciones de SQM en Coya Sur. Las sales (aproximadamente 400.000 TMA) se transportaban en camiones entre la explotación en el Salar y la estación Baquedano, desde donde seguían por ferrocarril a Coya Sur. Posteriormente (2008) SQM recibió una mejor oferta y efectúa el transporte por camiones en todo el recorrido.

#### **12.4.8 Red de EFE**

En la red de EFE, ambos porteadores realizan diversos transportes que pueden clasificarse como intermodales.

- (a) Fepasa transporta unas 800.000 TMA entre Saladillo y Ventanas (Codelco División Andina) en contenedores de 10 toneladas de capacidad. La línea entre Saladillo y Los Andes (39 km) tiene trocha métrica, mientras que la línea entre Los Andes y Ventanas tiene trocha 1.676 mm (137 km). Los contenedores se traspordan en Los Andes entre los carros de diferente trocha para continuar viaje. Si bien este transporte no es estrictamente entre diferentes modos, ya que se realiza en ferrocarril en todo su recorrido, tiene muchas de las características del transporte intermodal: contenedores, trasbordo, etc. El sistema es flexible y cuando se produce alguna interrupción, el transporte del tramo afectado se reemplaza por camiones.
- (b) Fepasa transporta contenedores entre los puertos de Valparaíso y San Antonio a la Región Metropolitana. La mayor parte de estos transportes se realiza a los terminales de contenedores de Santiago (Cosan, Sitrans, etc.) lo que no constituye estrictamente un transporte intermodal. Sin embargo, cuando el cliente tiene un volumen significativo, se transporta los contenedores hasta su destino final, con trasbordo a camiones en Alameda.

- (c) Transap transporta 1.100.000 TMA de ácido sulfúrico entre Los Lirios y Barrancas (160 km). El ácido proviene de Caletones, desde donde se transporta en camiones a los estanques de acumulación de Los Lirios. En estricto rigor, Transap no realiza un transporte combinado, ya que su responsabilidad corresponde sólo al transporte ferroviario, pero la estación de Los Lirios tiene por propósito sólo regular la transferencia modal entre camión y ferrocarril, por lo que, desde el punto de vista de Codelco hay un transporte intermodal.
- (d) Fepasa transporta unas 150.000 TMA de celulosa entre Constitución y los puertos de la VIII Región. El primer tramo, entre Constitución y San Javier (90 km) se efectúa en camiones desde que se interrumpió el acceso ferroviario a la planta de Celco, para continuar por ferrocarril a su destino (aprox. 300 km). Este es un transporte típicamente intermodal, pese a que originalmente se efectuaba íntegramente por ferrocarril, con cambio de trocha en Talca.
- (e) Fepasa transporta 350.000 TMA de cobre metálico entre Rancagua y los puertos de la Región de Valparaíso. El cobre proviene de la División El Teniente de Codelco, desde donde se transporta en camiones y se acopia y clasifica en el patio de la estación Rancagua, desde donde se cargan posteriormente al ferrocarril.
- (f) Fepasa efectúa otros transportes intermodales de menor volumen, como por ejemplo productos de exportación en contenedores de Agrozzi en Teno. En este transporte, los contenedores se movilizan en camiones entre la planta y la estación, para continuar por ferrocarril hasta San Antonio (212 km).
- (g) Fepasa efectuaba un transporte de contenedores refrigerados entre La Paloma (Puerto Montt) y San Antonio. Los contenedores se movilizaban desde el puerto hasta la Paloma por camión, para continuar al puerto de destino en ferrocarril (1.100 km). Este transporte podría reanudarse próximamente, aunque es probable que ahora el puerto de destino esté en la VIII Región.

#### **12.4.9 Contenedores de carga general**

El ferrocarril transporta sólo una pequeña parte de los contenedores con carga general que se movilizan en los puertos chilenos. En lo que se refiere a la exportación, prácticamente la totalidad de la carga se contenedoriza en los puertos, por diversas razones:

- (a) El movimiento de contenedores vacíos se efectúa principalmente por vía marítima entre los puertos del centro, que los generan, y los puertos del sur, que los utilizan. En la práctica, para los exportadores de celulosa, por ejemplo, es más eficiente consolidar en el puerto por razones de costos de transporte, como sucede en San Vicente y en menor escala en Coronel. Cabe hacer presente que el movimiento de contenedores vacíos es decidido por las compañías navieras según sus necesidades, las que derivan de su estructura logística.
- (b) Las diferentes capacidades de los carros completos y de los contenedores, que significa ineficiencias en el transporte interno.

Otros factores hacen del transporte vial una alternativa más conveniente:

- (a) Limitaciones de la infraestructura ferroviaria que inciden en los costos de transporte (transporte de contenedores apilados)
- (b) Las cortas distancias de transporte, del orden de los 100 km. La ventaja del ferrocarril en los grandes volúmenes se contrarresta por el factor intermodal, que pesa demasiado en las distancias cortas.
- (c) La dispersión de destinos
- (d) Los tiempos de viaje, que en algunos casos constituyen el factor de decisión para el cliente.

En otra parte de este estudio se ha mencionado la imposibilidad práctica de transportar contenedores apilados (double stacking), por las limitaciones de gálibo vertical en la red de EFE. Estas limitaciones no sólo provienen de obras de arte puntuales, entre las cuales el caso del túnel de Merval es prácticamente irreversible, sino además de las catenarias en el sistema electrificado. Para el transporte de contenedores apilados se requiere una altura libre de aproximadamente 6,7 m, por lo que la catenaria debería estar por lo menos a 7,2 m, siendo su actual altura máxima de 6m. Elevar la catenaria representaría una inversión gigantesca, no sólo en infraestructura, sino por el reemplazo de los sistemas de pantógrafo de los trenes. Esta inversión probablemente no se justificaría dado el volumen factible de movilizar. Sin embargo, la opinión del Consultor es exactamente opuesta a la indicada en el estudio sobre movimiento de contenedores encargado por EFE. El citado estudio no aporta antecedentes que avalen su afirmación de que *“se demostró que esta no era la mejor solución, tanto por los costos de inversión que representaba la adecuación de la infraestructura ferroviaria, como porque el sistema de double stack implica inversiones significativas en el tipo y longitud de los carros necesarios para el servicio sin que ello implique un incremento proporcional a la cantidad de contenedores transportados por tren”*. En la práctica, el double stacking se traduce en trenes más cortos y de menor relación tara-carga, todo lo cual significa a su vez menores costos de transporte. Precisamente por esta razón la mayor parte del transporte de contenedores en los Estados Unidos, probablemente el mayor transportista del mundo en esta modalidad, se realiza en double stacking.

Si bien la posibilidad de double stacking ya no existe para Valparaíso y para el transporte en la línea central, aún es posible implementarla en el ramal a San Antonio, que moviliza importantes cantidades de contenedores. Esto debería tenerse en cuenta en el diseño de los proyectados trenes suburbanos a Talagante. Con todo, salvo que se construya una tercera vía para el transporte de carga, la materialización de este proyecto tiene el riesgo de repetir el caso de Valparaíso en el mayor puerto de Chile.

Las diversas entrevistas realizadas con los porteadores y los generadores de carga, confirman la convicción de los consultores, producto de su experiencia, de que los inconvenientes y limitaciones del transporte ferroviario de contenedores, antes identificados, pueden en último término ser contrapesados con menores costos de transporte. Los productores están dispuestos a aceptar los mayores tiempos de viaje y soportar los costos e inversiones de consolidar en origen, a cambio de las

ventajas del transporte ferroviario, siempre que los costos de transporte lo justifiquen.

En lo que se refiere al movimiento de contenedores diferentes a las cargas internacionales, en otros capítulos del estudio se ha hecho presente que la única opción del ferrocarril para captar nuevos transportes reside en la contenedorización de las cargas misceláneas. Esto requeriría, sin embargo, el establecimiento de grandes centros de consolidación y desconsolidación de cargas, que los volúmenes y distancias de transporte de cargas misceláneas no parecen justificar. En opinión del Consultor, no se divisa una participación del transporte ferroviario en estas cargas en un futuro previsible.

El Consultor considera que el análisis en profundidad del complejo tema de la contenedorización escapa al alcance y los recursos de este estudio. El presente análisis se ha limitado a señalar los problemas del actual transporte de contenedores de importación, en el que el ferrocarril compite en desventaja por razones estructurales (distancia de transporte y transporte combinado).

## 12.5 Accesibilidad

La accesibilidad es el factor clave para el desarrollo del transporte ferroviario. Como se ha señalado antes, la intermodalidad es sólo una solución de segundo orden, ya que presenta mayores costos, problemas operacionales y riesgos, factores que muchas veces impiden o hacen fracasar un transporte de interés.

Por esta razón, los mayores esfuerzos deberían aplicarse a mejorar las condiciones de accesibilidad a las instalaciones productivas de origen y destino.

Los ferrocarriles de la zona norte han evaluado y manejado la accesibilidad con evaluaciones privadas, aplicando soluciones diseñadas para cada caso, dentro de la disponibilidad de sus recursos.

### 12.5.1 FCALP

Por su carácter especial, dedicado solamente al servicio de Bolivia, el FCALP circula solamente entre el Puerto de Arica y Frontera (Visviri/Charaña), no teniendo orígenes o destinos intermedios.

Se considera imprescindible asegurar una adecuada accesibilidad a las instalaciones del puerto. El actual operador TPA, ha estado trabajando 6 años exclusivamente con camiones y ha adaptado sus sistemas para este modo. La información obtenida en terreno por el Consultor en entrevistas con personal de EPA, TPA y otros operadores en el puerto, lleva a concluir que TPA ve con reservas el restablecimiento del tráfico ferroviario y estima que el ferrocarril entorpecerá sus operaciones en cierta medida. Si EPA administrará las operaciones ferroviarias en una primera etapa, deberá planificar de la manera más eficiente posible las operaciones dentro del puerto para evitar interferencias con la operación mayoritaria de TPA, que es con camiones.

### **12.5.2 Ferrocarril de Tocopilla**

El Ferrocarril de Tocopilla tiene acceso directo a las instalaciones de SQM tanto en el origen como en el destino. En caso de modificación de estas instalaciones, SQM modifica los desvíos ferroviarios para mantener los servicios que considera necesarios.

### **12.5.3 FCAB**

FCAB ha construido una serie de vías de acceso, incluyendo un ramal completo entre Prat y Pampa, para captar transportes que ha evaluado como privadamente rentables.

El ramal Prat – Pampa, de aproximadamente 50 kilómetros, corresponde a la reconstrucción de un antiguo trazado a Mejillones y tiene por propósito transportar el ácido sulfúrico desde el puerto sin cruzar por la ciudad de Antofagasta.

Además de este ramal, FCAB ha construido desvíos de diversa longitud para acceder a las instalaciones de sus clientes principales: Escondida, Zaldívar, Spence, Altonorte, Puerto Mejillones, Puerto Angamos, etc. Las inversiones de los accesos han sido costeadas por el ferrocarril, el que cuenta con un Departamento de Estudios que efectúa las evaluaciones correspondientes. La preponderancia del ferrocarril en la estructura de transporte de la zona y los resultados económicos del ferrocarril son el resultado de una política bien diseñada y ejecutada en forma consistente. FCAB tiene diversos proyectos en desarrollo que requerirán inversiones en accesos, como las del proyecto Sierra Gorda que producirá transportes por más de 1.000.000 TMA.

### **12.5.4 Ferrocarril de Potrerillos**

No tiene explotación comercial. Codelco construye los accesos que considera necesarios.

### **12.5.5 Ferrocarril de Algarrobo**

Como se ha descrito, el sistema de CMP en el valle del Huasco incluye el transporte principal de la mina Los Colorados, el de la mina El Algarrobo y de diversas minas menores, el que efectúa por medio de su contratista Ferronor. La magnitud del transporte justificó la construcción de un ramal de 14 km entre la mina Los Colorados y el Km 765 de la línea central de Ferronor, pero para las minas menores se adoptó una solución de transporte combinado, antes descrita. Las evaluaciones son de carácter privado y las inversiones son costeadas por CMP.

### **12.5.6 Ferrocarril de Romeral**

No tiene explotación comercial.

### **12.5.7 Ferronor**

El transporte de sales entre el Salar de Atacama y Coya Sur, antes descrito, requirió la construcción de un desvío entre la línea central (aprox. Km 1.570) y las

instalaciones de SQM, actualmente sin uso. No se registran otras inversiones de importancia.

## 12.5.8 Red de EFE

### 12.5.8.1 General

EFE ha presentado una serie de proyectos para el período 2011-2013. De estos, aquellos orientados al transporte de carga suman un total de MUSD 128,01, equivalente al 22% del total. Sin embargo, algunos de los proyectos incluidos en otros programas propuestos benefician directa o indirectamente al transporte de carga. Entre éstos puede citarse el Mantenimiento Mayor de las Vías de los CPIF (sería necesario analizar las obras para determinar en qué proporción benefician al transporte de carga) por MUSD 37,03; la Rehabilitación y Reforzamiento de Puentes, por MUSD 10,50; la Rehabilitación de Plataforma de Datos y Comunicaciones para Operaciones, por MUSD 4,30; los Desvíos de Maniobras, por MUSD 13,13; Mejoramiento de la Movilización y Seguridad Operacional (sería necesario analizar las obras para determinar en qué proporción benefician al transporte de carga) por MUSD 16,89; Mejoramiento del sistema SEC, por MUSD 3,67, y algunos proyectos de la Automatización de Operaciones, por MUSD 1,68. En resumen, la situación de los proyectos de Carga sería la siguiente:

Proyectos explícitamente asignados a carga:	MUSD	128,01
Proyectos de carga en otros Programas:	MUSD	33,28
Subtotal directo:	MUSD	161,29

Proyectos que benefician parcialmente el transporte de carga: MUSD 53,92

Los dos primeros grupos de proyectos ascienden al 28% del total propuesto. Si se supone que, de los proyectos que benefician parcialmente el transporte de carga, el 50% le corresponde, el 32% del plan está destinado al área de carga. La situación puede resumirse así:

Proyectos de Pasajeros	MUSD	262,05	45%
Proyectos de Carga	MUSD	188,25	32%
Otros Proyectos	MUSD	131,19	23%

EFE ha hecho presente que ninguno de estos proyectos se materializará sin haber comprobado su viabilidad económica, tanto privada como social. En el caso de la evaluación privada, puede hacerse un cálculo simple estimando los ingresos por peaje variable de cada proyecto, versus los costos de mantenimiento de la vía férrea según los costos CPIF. Si la evaluación privada para EFE resultara rentable, no hay razón por la cual la inversión debiera ser financiada con fondos fiscales. En el caso de la evaluación social, deberá incluirse una estimación de las externalidades y, en caso que el proyecto sea socialmente rentable, el Estado podría subsidiar la diferencia a través de la inversión u otro sistema económicamente equivalente. Por otra parte, estos proyectos deberían considerar en forma separada la factibilidad privada de los operadores, para verificar que la inversión será utilizada efectivamente.

### 12.5.8.2 Análisis preliminar de los Proyectos de Carga

Los proyectos que se comenta a continuación corresponden aquellos propuestos para el período 2011-2013 de EFE. En la descripción de cada proyecto se indica la carga que se captaría en caso de materializar las inversiones propuestas. En relación con estos conceptos, se comenta lo siguiente, que es válido para la totalidad de los proyectos.

- a) Ninguno de estos proyectos reporta evaluación privada o social.
- b) Ninguno de estos proyectos presenta un contrato o compromiso de transporte por parte de los generadores de la carga.
- c) Por lo general, la captación de carga señalada corresponde a la totalidad de la producción y por lo tanto supone que el ferrocarril captará 100% de ella.
- d) Las inversiones están subdimensionadas en la mayoría de los proyectos.

Los comentarios que siguen corresponden a un análisis preliminar proyecto a proyecto basado en las cifras entregadas por EFE, el conocimiento del mercado e información específica dada por generadores y portadores de carga. Los proyectos que en un análisis preliminar aparecen como convenientes han sido marcados con (+); aquellos dudosos o que requieren más información han sido marcados con (?), y finalmente aquellos que parecen inconvenientes o innecesarios, se han marcado con (-).

1. Transporte de Ácido Sulfúrico Los Lirios – Ventanas. Este proyecto obedece a la intención de Codelco de trasladar el puerto de embarque del ácido desde San Antonio a Ventanas. Para su materialización, de acuerdo con la información de EFE, se requerirá de inversiones en la infraestructura de:

Refuerzo de Puentes Los Lirios San Pedro	MUSD <sup>24</sup>	17,50
Mejoramiento del ramal San Pedro Ventanas		17,51
Mejoramiento del Túnel Matucana		2,00
Rehabilitación y Refuerzo de Puentes Zona Norte		3,50
Total inversión	MUSD	40,51

Sin embargo, no es lógico cargar a este proyecto la totalidad de la inversión en un tramo donde otros tráficos se verán también beneficiados por estos mejoramientos y porque, en particular el refuerzo de puentes debería corresponder a una política de largo plazo de EFE.

En la actualidad, el transporte de ácido sulfúrico entre Los Lirios y Barrancas (San Antonio) asciende a aproximadamente 1.100.000 TMA<sup>25</sup> y

<sup>24</sup> MUSD: millones de dólares

las previsiones de EFE se han hecho sobre esta base.

La distancia de transporte, actualmente de 150 km, pasaría a ser de 266 km. Si bien no se cuenta con antecedentes respecto de las causas del cambio de San Antonio a Ventanas, si el puerto fuera una decisión optativa, en el ámbito puramente ferroviario se producirán pérdidas sociales por el aumento de la distancia de transporte. Estas pérdidas deberían ser compensadas por beneficios en otras áreas (transporte marítimo, costos logísticos, costos ambientales, etc.) para alcanzar rentabilidad social.

Si, como es probable, el proyecto no tiene rentabilidad social, o si por alguna razón Codelco estuviera obligada a cambiar de puerto, el proyecto a evaluar socialmente sería efectuar el transporte al puerto de Ventanas por ferrocarril versus efectuarlo por camión.

Sin embargo, personal ejecutivo de uno de los porteadores de carga ha señalado que la iniciativa proviene de un conflicto entre Codelco y Terquim, el que estaría en vías de solución. En ese caso, el proyecto no se ejecutaría y el ácido sulfúrico se continuaría transportando a Barrancas.

-  2. Ramal Polpaico Las Tórtolas. Este proyecto corresponde a la ampliación de la mina Los Bronces de Anglo American. El transporte de aproximadamente 1.700.000 TMA de concentrados de cobre, se efectuará en parte a la Fundación Chagres (400.000 TMA) y a Ventanas (1.300.000 TMA).

Para su materialización, de acuerdo con la información suministrada, se requerirá la construcción de un ramal de 25 km con un costo de MUSD 16,80.

A este proyecto le correspondería una parte de las inversiones indicadas para el proyecto de ácido sulfúrico Los Lirios Ventanas, ya que recorrería la misma ruta a partir de Polpaico.

Información reciente señala que, en una primera etapa, Anglo American ha optado por continuar efectuando el transporte a Chagres por camiones y no ha tomado ninguna decisión sobre el transporte combinado camión-ferrocarril ofrecido por FEPASA para el transporte a Ventanas. Antes de tomar decisión alguna sobre la construcción del ramal debería contarse con algún tipo de compromiso de transporte por parte del mandante.

-  3. Desvío Oxiquim en Ventanas. Este proyecto corresponde al transporte unas 500.000 TMA de ácido sulfúrico de Anglo American entre Chagres y Ventanas. Consiste básicamente en la construcción de un desvío de 2.000 mlv, con un costo estimado en USD 600.000. Para efectuar este transporte se requerirá asimismo la ejecución de inversiones en mejoramiento del ramal San Pedro Ventanas, y probablemente el refuerzo de los puentes. El mejoramiento del tramo entre Chagres y Llay Llay está considerado en la rehabilitación del ramal Llay Llay Los Andes que se analiza más adelante

---

<sup>25</sup> TMA: Toneladas Métricas Anuales

(Proyecto 29).

Por el momento Anglo American no tiene consultado efectuar este transporte por ferrocarril, ya que requiere efectuar inversiones de consideración en el terminal de ácido de Chagres, pero llamará a una licitación en el 2º semestre de 2011.

 4. Desvío La Cabrerana. El proyecto consiste en construir un ramal de acceso entre la estación Rungue y la planta concentradora de La Cabrerana de Codelco División Andina, para el transporte de aproximadamente 1.000.000 TMA de concentrado a Ventanas. La puesta en marcha del proyecto de Codelco está programada para 2015. La información de EFE no indica el posible trazado del ramal y sólo consulta la suma de USD 130.000 para estudios de ingeniería.

 5. Ramal Los Lirios Caletones. El mineral de El Teniente de Codelco originalmente tenía un ferrocarril de trocha angosta para movilizar su producción y sus insumos. Con la nacionalización de la mina, Codelco construyó la carretera del cobre y se levantó el ferrocarril. Actualmente el transporte entre el valle (Rancagua, Los Lirios) y la mina se efectúa por camiones. Parte del transporte se efectúa en forma combinada (cobre metálico, ácido sulfúrico) con el ferrocarril. Sin embargo, desde hace tiempo se ha pensado en construir un ramal de aproximadamente 50 km hasta la fundición de Caletones.

La información de EFE no permite configurar adecuadamente los tonelajes del proyecto. Se estima que el ramal permitiría transportar unas 500.000 TMA de cobre metálico, hasta 1.200.000 TMA de ácido sulfúrico y una cantidad no determinada de insumos. El conjunto de proyectos propuesto consulta MUSD 4,0 para ingeniería, pese a que no hay un estudio de factibilidad del proyecto. Se considera prematuro iniciar la ingeniería sin conocer si el proyecto tiene factibilidad económica y social.

 6. Mejoramiento del ramal San Pedro Ventanas. El proyecto considera una inversión de MUSD 17,51 para el mejoramiento del ramal de 45 km, lo que equivale a unos 389.000 USD/km. Se trata de llevar la vía del ramal, actualmente en malas condiciones pero con un elevado volumen de tráfico, al estándar Clase B y 25 toneladas por eje, para lo cual la inversión parece insuficiente, ya que debería consultar el reemplazo de los rieles.

El mejoramiento de este ramal parece justificarse por la creciente importancia del tráfico ferroviario en la bahía de Quintero. Aparte de los tráficos actuales, entre los tráficos potenciales está el ácido sulfúrico de Los Lirios y Chagres, el concentrado de cobre, de Andina y Anglo American y otros.

7. Estudios de Ingeniería del sector Minero. Consulta USD 2.000.000 para proyectos no especificados del sector minero.

-  8. Refuerzo de puentes Los Lirios San Pedro. Este proyecto (MUSD 17,50) está ligado al transporte de ácido sulfúrico de Los Lirios a Ventanas y a otros proyectos de la zona. El proyecto no señala los puentes que se reforzarían, y aparentemente se superpone con la rehabilitación y reforzamiento de puentes CPIF Norte (MUSD 8,47) consultada en el programa de Continuidad y Seguridad Operacional. Tampoco se explicita el refuerzo de los puentes entre San Pedro y Ventanas, indispensable para llevar el estándar a 25 ton/eje.

Se considera que el proyecto de mejoramiento de la infraestructura en la zona norte debería tratarse en forma integrada.

-  9. Ramal Rancagua Lo Miranda. Se prevé un transporte de 1.150.000 TMA desde los puertos de San Antonio y Ventanas hasta las instalaciones de Graneles de Chile en Lo Miranda, más 1 millón de toneladas adicionales con destino a Longovilo (que no tiene acceso ferroviario). Sin embargo, el proyecto sólo asigna MUSD 12,52 para la reposición del antiguo ramal de Rancagua a Coltauco, en aproximadamente 15 km.

La reconstrucción de este ramal, y en especial el empalme de este ramal a la línea central, se estima complicado, ya que la faja, abandonada hace más de 30 años, ha sido ocupada casi en su totalidad. Por otra parte, los volúmenes señalados no corresponden a transporte ferroviario, sino al transporte total de la agroindustria.

Aparentemente el proyecto está en una etapa muy incipiente. Faltaría establecer a firme el interés del cliente por el transporte ferroviario y elaborar un anteproyecto de construcción del ramal. Fepasa manifiesta gran interés por este proyecto.

-  10. Desvío Putagán. Se prevé un transporte de 20.000 TMA desde la planta de Agrosilos a Rancagua (210 km), con una inversión de USD 570.000. La rentabilidad privada de este desvío es simple de calcular.

11. Estudios de Ingeniería en el Sector Agrícola. Se consideran USD 600.000.

-  12. Ramal San Javier Planta Cartulinas CMPC. Corresponde a la ampliación de esta planta, en desarrollo. CMPC ha manifestado interés en efectuar el transporte por ferrocarril y en su proyecto se consultan los desvíos internos. El volumen total a transportar es de unas 800.000 TMA (aunque EFE sólo computa 378.000 TMA), de los cuales 260.000 TMA tendrán su origen en Mininco y destino en la planta, mientras que el resto tendrá origen en la planta y destino probable San Antonio. El Plan considera MUSD 7,37 para este ramal.

-  13. Ramal Horcones Curanilahue. Consiste en reponer la vía del antiguo ramal a Curanilahue desde su actual extremo sur en Horcones, hasta la entrada de Curanilahue (35 km). Las previsiones de carga entregadas por EFE ascienden a 650.000 TMA de maderas con destino a Lirquén y Nueva Aldea, para lo cual sería necesario efectuar una inversión de MUSD 22,00.

No hay un estudio de factibilidad, pero el mayor volumen de transporte parece exiguo para la inversión.

-  14. Rehabilitación del ramal Coigüe Nacimiento. Se señala que se requiere rehabilitar el ramal, con una inversión de MUSD 1,86, para el transporte de celulosa y productos químicos desde la planta Santa Fe (no Mininco, como erróneamente señala el PT), y extender los desvíos en el interior de la planta para transportar rollizos y paneles.

El ramal de Coigüe a nacimiento fue rehabilitado hace unos 6 años, reemplazando sus rieles livianos por rieles tipo J de 50 kg/m, con motivo de la puesta en servicio de la ampliación de la planta Santa Fe. Como parte de este proyecto, CMPC construyó aproximadamente 10 km de desvíos interiores en la planta. Si existe interés por parte de CMPC para efectuar los transportes de rollizos y paneles, la empresa estará dispuesta a efectuar la inversión en desvíos. Las previsiones de tráfico del PT indican 500.000 TMA de celulosa (probablemente se trata de un error, ya que toda la celulosa se transporta actualmente por ferrocarril) y 135.000 TMA de rollizos. En cuanto a la “rehabilitación” del ramal, se trata de mantenimiento diferido.

-  15. Desvío Astex Colcura. Inversión de USD 180.000 para transporte de 300.000 TMA de astillas hasta Cabo Froward (Coronel). Para que este desvío opere se necesita además la construcción del acceso al terminal de Cabo Froward. Se trata de un transporte de muy escasa distancia, más adecuado para camiones.

-  16. Acceso a Cabo Froward (terminales de Puchoco y Jureles). Inversión de MUSD 1,09 para rehabilitar un desvío de 3,4 km para el transporte hasta de 520.000 TMA de trozos y rollizos desde Púa (237 km). Para efectuar la inversión se requeriría un compromiso por parte de los productores. Fepasa tiene interés en este proyecto.

-  17. Proyecto CELCO 1. Consiste en la construcción (rehabilitación?) de desvíos por MUSD 2,83 para el trasbordo a carro de ferrocarril de 200.000 TMA de trozos en Copihue (101 km), Almarza (30 km), General Cruz (50 km) y Cabrero (62 km), para su transporte a la planta de Nueva Aldea. Por las distancias parece un transporte más adecuado para camiones. Sólo el desvío de Copihue tendría interés para Fepasa.

-  18. Proyecto CELCO 2. Consiste en la construcción (rehabilitación?) de desvíos por USD 120.000 para el trasbordo a carro de ferrocarril de 290.000 TMA de trozos en Molina (234 km) y San Javier (146 km), para su transporte a la planta de Nueva Aldea. El proyecto tiene interés para Fepasa.

-  19. Desvío Colcura – Basa. Consiste en la construcción de tres desvíos con un total de 920 mlv, con una inversión de USD 300.000, para un transporte de rollizos estimado en 350.000 TMA hasta la planta Nueva Aldea (202 km). No figura entre los proyectos de FEPASA.

 20. Desvío planta paneles de Horcones. Consiste en la construcción de un desvío de 2 km para el transporte de rollizos y eventualmente paneles. El proyecto señala un transporte posible de 100.000 TMA entre Horcones y Lirquén (77 km) con una inversión de USD 600.000. No figura entre los proyectos inmediatos de Fepasa.

 21. Desvío de astillas en muelle Penco. Consiste en construir un desvío de aproximadamente 1 km en los terrenos del muelle de Penco, para lo cual EFE suministraría la enrioladura. El proyecto señala un transporte posible de 300.000 TMA de madera y rollizos (no astillas) entre Colcura y Penco (46 km) con una inversión de USD 240.000. Transporte más apto para camiones, no figura entre los proyectos de FEPASA.

 22. Desvío planta paneles de Nueva Aldea. Consiste en la construcción de un desvío de 1,2 km para el transporte de rollizos y paneles. El proyecto señala un transporte posible de 300.000 TMA de rollizos entre Inspector Fernández y Nueva Aldea (225 km) con una inversión de USD 290.000.

El proyecto no considera transporte de paneles, pero Fepasa tiene interés en el proyecto, dado que es posible aprovechar los retornos vacíos. Este desvío era parte del proyecto de Arauco para la planta Nueva Aldea y su construcción figuraba en una segunda etapa, por lo que no parece necesario que sea financiado por EFE.

23. Estudios de Ingeniería en el Sector Forestal. Se consideran USD 1.700.000.

 24. Desvío STI en San Antonio. Este proyecto contempla la construcción de un desvío desde el Patio de la Estación Barrancas, aprovechando la infraestructura existente, y prolongar en 1.000 metros un desvío a orilla del stacking de contenedores, con una inversión de MUSD 1,17. El proyecto señala un transporte posible de 500.000 TMA entre Barrancas y Alameda (110 km), pero no indica el lugar exacto de destino, ni dónde serán acopiados los contenedores. Probablemente se trata de una inversión complementaria del proyecto de los centros de intercambio modal.

 25. Desvío patio contenedores en puerto de Coronel. El proyecto consiste en la construcción de un desvío de 2 km para conectar el patio de contenedores del puerto de Coronel. Se señala un transporte posible de 300.000 TMA entre Coronel y Lirquén (?) (48 km), con una inversión de USD 570.000.

 26. Transporte de salmones. El proyecto consiste en habilitar un área de acopio y transferencia de contenedores refrigerados en la estación La Paloma, con una inversión de USD 550.000, para un transporte de 100.000 TMA. El proyecto señala como destino los puertos de la VIII Región.

Este transporte fue efectuado en el pasado por Fepasa, pero fue abandonado por el mal estado de la vía y otros aspectos de calidad del servicio. Se considera de difícil recuperación, pero de interés, dado que es

posible combinarlo con el transporte de alimento para salmones desde Coronel (EWOS). Hay dudas sobre la conveniencia de ubicar el área de intercambio en La Paloma, localidad densamente poblada; dado que el transporte combinado es inevitable, parece más conveniente ubicar el acopio en Alerce o Frutillar. El proyecto parece interesante dada la distancia de transporte (650 km) y el volumen potencial (200.000 TMA), si se tiene en cuenta que en toda la zona Mariquina La Paloma se transportan actualmente (2010) sólo 46.000 toneladas al año (38.000 entrante – 6.000 saliente – 2.000 interno).

-  27. Agrozzi. Consiste en habilitar un área de acopio y transferencia de contenedores en la estación Teno, para atender las exportaciones de Agrozzi. Se consulta un transporte de 27.000 TMA a Barón (356 km) y Barrancas (232 km), con una inversión de USD 180.000.
-  28. Patio Multimodal de Los Andes. Consiste en establecer un área de almacenamiento y transferencia de contenedores en la estación Los Andes, para facilitar el transporte de contenedores con carga internacional. El volumen estimado es 123.000 TMA, con destino Barrancas (248 km) y Valparaíso (141 km), y la inversión es de USD 910.000.

Salvo que alguno de los porteadores tenga un contrato o compromiso de transporte, se considera poco probable que pueda captar algún transporte proveniente del Puerto Terrestre, dado que se requerirá un costoso transporte en camión desde dicho Puerto Terrestre y la estación Los Andes. Respecto de la posibilidad de que los camiones lleguen a este patio en forma directa, sin pasar por el Puerto Terrestre, esto requeriría probablemente establecer oficinas de Aduana, SAG, etc. en el lugar, lo que probablemente no es compatible con la concesión del Puerto Terrestre.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que el anteproyecto del Puerto Terrestre consultaba un acceso ferroviario en trocha ancha, precisamente con la intención de captar estos transportes.

-  29. Rehabilitación del ramal Llay Llay Los Andes. El propósito señalado para la rehabilitación de este ramal de 46 km, se señala como parte del proyecto de transporte de contenedores, de dudosa factibilidad, mencionando como beneficio adicional el transporte de ácido sulfúrico desde Chagres (ubicado a 7 km de Llay Llay. No se menciona, en cambio el actual transporte de 800.000 TMA de concentrados de cobre de División Andina, cuyo volumen podría justificar por si solo la rehabilitación del ramal.

La inversión considerada es de MUSD 8,28. Este proyecto se considera clasificado erróneamente, ya que debería estar en el Programa de Continuidad y Seguridad Operacional.

-  30. Transporte GNL. El proyecto consiste en la construcción de desvíos de 1.000 mlv en Quintero y Pemuco, para el transporte de GNL. El volumen estimado de transporte es 1.000.000 TMA y la distancia de transporte de 628 km. La inversión estimada para estos desvíos es de USD 600.000.

La decisión de ENAP de efectuar este transporte por camiones aparentemente se basa en las mayores inversiones que requerirían las estaciones de carga y descarga en el caso del transporte ferroviario y en los análisis de riesgo en el cruce de los trenes por Santiago, en especial por el túnel Matucana.

Se considera que este proyecto es de gran importancia y que la inversión señalada no es suficiente para captar el transporte. Por la naturaleza del producto, por el volumen y la distancia de transporte, desde el punto de vista del beneficio social, debería efectuarse por ferrocarril, aunque para ello sea necesaria la intervención del Estado.

-  31. Mejoramiento del túnel Matucana. Este proyecto aparece ligado al transporte de ácido sulfúrico a Ventanas, proyecto que se presenta en el sector minero. Se destinan USD 2 millones en forma referencial, ya que no hay estudios que permitan estimar los trabajos necesarios. En relación con este proyecto, es necesario tener en cuenta lo señalado con el proyecto mayor de que forma parte.

-  32. Desvío Cemento Polpaico en Coronel. Se estima captar 120.000 TMA con diversos destinos, que no se indican, para lo que se destina USD 200.000 para la rehabilitación de un desvío de 1 km. No figura entre los proyectos de FEPASA.

Se requeriría un contrato o compromiso de transporte con Polpaico.

-  33. Desvío Oxiquim en Coronel. Consiste en la construcción de un desvío de 800 m para lo cual EFE aportaría la enrieldadura, por un total estimado en USD 190.000, destinado a la captación de unas 100.000 TMA de combustibles, urea y soda con destino a Talcahuano (44 km). Por las cantidades y la distancia, se considera poco probable su captación. Se requeriría un contrato o compromiso de transporte. No figura entre los proyectos de Fepasa.

-  34. Desvío Cementos Búfalo en Ventanas. El proyecto postula la captación hasta de 1.000.000 TMA de clinker entre Ventanas y Chena, para lo cual sería necesario construir un desvío en Ventanas de 1.000 mlv y modificar dos desvíos en Chena, con una inversión total de USD 240.000.

-  35. Desvíos OXY-Químicos. El proyecto consiste en la construcción de un desvío en Quilicura, por USD 240.000, para el transporte de 50.000 TMA de Hipoclorito de Sodio, Ácido Clorhídrico y Cloruro Férico proveniente de Talcahuano (594 km).

Por tratarse de productos químicos peligrosos, su transporte natural es el ferrocarril.

36. Desvíos OXY-Cloro. El proyecto consiste en el acondicionamiento de un desvío en la estación Llay Llay, por USD 300.000, para el transporte de 17.000 TMA de Cloro gaseoso en contenedores proveniente de Talcahuano (676 km). Los contenedores se trasbordarían a camión en Llay Llay para seguir a su destino final.

No hay suficientes antecedentes para conocer este proyecto. No figura entre los proyectos de Fepasa.

37. ENAP Combustibles. El proyecto consiste en la construcción y acondicionamiento de desvíos en Con Con, Maipú, San Fernando y Miraflores. El volumen potencial de transporte es de 100.000 TMA y la inversión es de USD 480.000.

En todos los destinos, el transporte es combinado con camiones entre la estación y los respectivos centros de despacho de ENAP. No se señala si en el carguío también se hará transporte combinado, ya que la estación Con Con está en la orilla opuesta del río Aconcagua de la refinería de Con Con.

38. Estudios de Ingeniería en el Sector Industrial. Se consideran USD 210.000.

En el cuadro siguiente resume el análisis de los proyectos de transporte de carga.

**Cuadro 51**  
**Resumen análisis proyectos propuestos por EFE**

Nº	Nombre	MUSD	TMA	D [km]	Estimación	
1	Ácido sulfúrico	40,51	1.100.000	266	Dudoso	Yellow
2	Ramal Las Tórtolas	16,80	1.700.000	169	Dudoso	Yellow
3	Oxiquim Ventanas	0,60	500.000	97	Dudoso	Yellow
4	Ramal La Cabrerana	0,13	1.000.000	s.i.	Dudoso	Yellow
5	Ramal Caletones	4,00	1.700.000	200	Dudoso	Yellow
6	San Pedro Ventanas	17,51	5.000.000	varias	Positivo	Blue
7	Est. Ingeniería minas	2,00	-	-		Blue
8	Puentes Lirios S.Pedro	17,50	Mejoramiento estándar		Positivo	Blue
9	Ramal Lo Miranda	12,52	2.250.000	varias	Dudoso	Yellow
10	Desvío Putagán	0,57	20.000	210	Positivo	Blue
11	Est. Ingeniería agrícola	0,60	-	-		Blue
12	Ramal S Javier CMPC	7,37	800.000	342	Positivo	Blue
13	Ramal Curanilahue	22,00	650.000	265	Dudoso	Yellow
14	Ramal Nacimiento	1,86	135.000	s.i.	Dudoso	Yellow
15	Desvío Astex	0,18	300.000	25	Dudoso	Yellow
16	Acceso Cabo Froward	1,09	520.000	237	Positivo	Blue
17	Desvíos Celco 1	2,83	200.000	60	Dudoso	Yellow
18	Desvíos Celco 2	0,12	290.000	234	Positivo	Blue
19	Desvíos Colcura	0,30	350.000	202	Positivo	Blue
20	Desvío Horcones	0,60	100.000	148	Positivo	Blue
21	Desvío Penco	0,24	300.000	46	Dudoso	Yellow
22	Desvío Nueva Aldea	0,29	300.000	225	Dudoso	Yellow
23	Est. Ingeniería forestal	1,70	-	-		Blue
24	Desvío STI S.Antonio	1,17	500.000	110	Dudoso	Yellow
25	Desvío Coronel	0,57	300.000	48	Dudoso	Yellow
26	Salmones La Paloma	0,55	100.000	653	Dudoso	Yellow
27	Agrozzi	0,18	27.000	232	Positivo	Blue
28	Multimodal Los Andes	0,91	123.000	141	Negativo	Red
29	Ramal Los Andes	8,28	800.000	176	Positivo	Blue
30	Transporte GNL	0,60	1.000.000	628	Positivo	Blue
31	Túnel Matucana	2,00	1.100.000	266	Dudoso	Yellow
32	Desvío Polpaico	0,20	120.000	s.i.	Dudoso	Yellow
33	Oxiquim Coronel	0,19	100.000	44	Dudoso	Yellow
34	Cementos Búfalo	0,24	1.000.000	192	Positivo	Blue
35	OXY-Químicos	0,24	50.000	594	Positivo	Blue
36	OXY-Cloro	0,30	17.000	676	Dudoso	Yellow
37	ENAP Combustibles	0,48	100.000	varias	Negativo	Red
38	Est. Ingeniería Indust.	0,21	-	-		Blue

NOTA: Inversión del proyecto 1 incluye inversiones de los proyectos 6, 8 y 31.

### 12.5.9 Proyectos propuestos por Fepasa

En reuniones con profesionales de la empresa ferroviaria Fepasa, manifestaron una amplia cartera de proyectos potenciales para el ferrocarril en el área de la red EFE. En opinión de esta empresa, las principales necesidades para lograr un aumento significativo de la carga transportada por el ferrocarril corresponden a la conexión de la industria con la red ferroviaria, es decir, mejorar la accesibilidad directa al modo.

A continuación se mencionan un par de proyectos adicionales propuestos por esta empresa, ya que la gran mayoría de los mencionados por ellos coinciden con los propuestos por EFE descritos en el acápite anterior.

1. Nestlé: corresponde al transporte de contenedores entre Osorno (1.300 un/año) y Los Ángeles (1.400 un/año) y los puertos de la Región del Bío Bío.
2. Proyecto transporte de áridos: corresponde al transporte de áridos a las plantas de hormigón de cementos Búfalo, 360 mil toneladas en el primer año (2013) hasta 1 millón de toneladas a partir del año 10 provenientes del río Maipo a la planta Lo Chena y 270 mil toneladas en el primer año (2013) hasta 1 millón de toneladas anuales a partir del año 10 provenientes de Llay Llay a la planta Quilicura. Este es un proyecto complementario con el de cementos Búfalo propuesto por EFE.

### 12.5.10 Otros proyectos en la red de EFE

En reuniones con Celulosa Arauco se analizó el proyecto de expansión de la planta Horcones, ubicada en el ramal de Concepción a Curanilahue.<sup>26</sup>

La planta produce actualmente unas 560.000 toneladas de celulosa, las que se transportan por ferrocarril a los puertos de la VIII Región. El proyecto consulta los siguientes transportes ferroviarios, incluyendo los actuales:

Celulosa	2.000.000 TMA
Trozos de madera	800.000 TMA
Productos químicos y petróleo	330.000 TMA

Para la materialización de este significativo aumento del transporte ferroviario de la zona será necesario mejorar sustancialmente el estado de la vía férrea entre Lomas Coloradas y Horcones (hay un mejoramiento relativo del tramo Lomas Coloradas – Coronel), resolver los problemas de movilización de trenes en la zona, provocados por la coexistencia de los trenes de carga con los suburbanos de Fesub y las limitaciones del puente Bio Bio.

---

<sup>26</sup> Este ramal llega actualmente sólo hasta Horcones. Uno de los proyectos de EFE consiste en reponer la vía entre Horcones y Curanilahue, iniciativa que debería justificarse mediante un estudio de factibilidad privada y social.

## 12.6 Política de transportes

### 12.6.1 General

De las entrevistas realizadas surge un tema común que se refiere a las deficiencias de la política de transportes. Un documento entregado por el FCAB, que se incluye en anexos, es una clara muestra de la visión privada de esta política.

Los grandes generadores de transporte, como las empresas forestales, que producen aproximadamente el 50% del tráfico ferroviario de la red de EFE han sido unánimes en hacer presente que uno de los obstáculos principales para un mayor compromiso con el ferrocarril está constituido por la conducta errática en relación con la infraestructura ferroviaria. Se cita especialmente el caso de Concepción, que se comenta más adelante.

Los comentarios que siguen reflejan las opiniones de los generadores de carga, de los transportistas y del Consultor.

### 12.6.2 Planes de inversión de EFE

Las inversiones de EFE, contenidas en los Planes Trienales 2005-2007 y 2008-2010 se caracterizaron por concentrarse en forma casi exclusiva en el transporte de pasajeros, con serio deterioro de las condiciones del transporte de carga.

En este período no sólo se produjeron grandes inversiones en sistemas de pasajeros –Merval, Biotren, Metrotren, Terrasur, servicios a Temuco y Puerto Montt, etc.– la mayor parte de ellos sin rentabilidad privada ni social, sino se produjo un fuerte deterioro de la calidad y seguridad de las vías de carga no sólo por falta de inversiones, sino por falta de recursos para mantenimiento. Esta situación incluso motivó demandas judiciales de los operadores de carga a EFE por incumplimiento del contrato de acceso.

En las inversiones propuestas para el período 2011-2013, sólo algunos de los proyectos corresponden a necesidades reales del sector y de éstos, la mayor parte podrían ser financiados total o parcialmente ya sea por los generadores de la carga, por los porteadores o por ambos, como se ha hecho en otras oportunidades.

Además de los proyectos destinados a acceder a centros productivos, las principales necesidades del transporte de carga se refieren a la capacidad y seguridad de la vía férrea. Se considera necesario, entre otros:

- Mejorar considerablemente los estándares de mantenimiento de las vías de carga.
- Formular un plan de largo plazo de mejoramiento de estándares, incluyendo refuerzo de puentes y aumento de la sección de rieles en algunos sectores.
- Resolver los principales cuellos de botella, de los cuales el más importante es probablemente el puente Bio Bio.
- Resolver el problema de acceso a Santiago, actualmente seriamente interferido por el Metrotren y en un futuro por el Melitren.

- Mejorar la coordinación de los sistemas de movilización (considerado en los proyectos propuestos para 2011-2013).

### 12.6.3 El caso del puerto de Valparaíso

Es un tema ampliamente conocido que desde la construcción del ferrocarril Santiago – Valparaíso en 1863 se comenzó a estudiar trazados alternativos, dada la longitud del mismo. El trazado original funcionó en forma competitiva hasta la apertura del túnel Lo Prado, que dejó a la Ruta 68 con una longitud de 120 km frente a los 187 km del ferrocarril.

Esta mayor longitud, unida a un trazado difícil, eliminó por completo los servicios de pasajeros, pero no así los de carga, menos dependientes de la velocidad y en cierta forma de la longitud del recorrido dada la estructura de costos fijos del ferrocarril.

Las precarias condiciones de competencia de los servicios de carga –la influencia de la distancia no es cero– se vieron agravadas en forma definitiva con el Proyecto IV Etapa de modernización del sistema Merval.

Como ya se ha comentado, la frecuencia del servicio no permite la circulación de trenes de carga en horario diurno. En transportes de larga distancia esta limitación tiene poca influencia, lo que no es el caso en transportes de menos de 200 km.

A esto se agrega el gálibo insuficiente para el double stacking –Valparaíso es un puerto en que predomina el movimiento de contenedores–, desvíos de longitud insuficiente –430 metros útiles– y la eliminación del acceso a las instalaciones del puerto desde el patio Barón.

En suma, las inversiones de EFE en Valparaíso fueron hechas sin considerar en absoluto al transporte de carga y el resultado es prácticamente irreparable, o requerirá de un costo que en este momento no parece posible justificar.

### 12.6.4 El caso de los puertos del Gran Concepción

El sistema ferroviario del Gran Concepción es probablemente uno de los sistemas más adecuados para el transporte ferroviario de carga. Da acceso a tres puertos y a una extensa zona industrial y presenta la mayor participación modal del ferrocarril en el país. Si no existiera el ferrocarril, la infraestructura vial en torno a Concepción estaría colapsada.

Sin embargo, se ha propuesto proyectos que no sólo privilegian los aspectos urbanísticos por sobre los aspectos productivos, sino que deterioran seriamente la eficiencia operacional del ferrocarril, como es el soterramiento de la vía férrea a su paso por Concepción y la construcción de un by-pass ferroviario al oriente de la ciudad.

La característica más importante del actual trazado es que, al seguir el curso del río Bío Bío, tiene una pendiente suave y pareja en el sentido más cargado, que permite la formación de trenes de gran tonelaje. El soterramiento de la vía o la construcción de un by-pass, significaría la introducción de gradientes que obligaría a trenes más

cortos, con mayores costos de transporte y congestión adicional en un sector ya congestionado.

El punto de mayor congestión, como se ha indicado, se produce entre Hualqui y La Leonera, tramo de simple vía ubicado en el comienzo del servicio de Biotren. La solución es prolongar la doble vía hasta Hualqui, pero aparentemente no hay intenciones de hacer esta inversión, relativamente pequeña.

A lo anterior se une el problema del puente Bío Bío que da acceso al puerto de Coronel y a la zona de Arauco. El puente, construido en 1889, tiene limitaciones de capacidad y se encuentra en estado precario, con prevenciones de velocidad y de peso por eje. Se ha planteado diversos proyectos para su reemplazo, pero hasta la fecha no se conoce ninguna iniciativa concreta para resolver el problema.

Otro problema que debe resolverse se relaciona con la supresión de las vías de maniobras en Concepción, que obliga a los trenes de carga a seguir hasta El Arenal a fraccionarse (15 km) para volver a Concepción cuando el destino de la fracción es Coronel o Lirquén.

Finalmente, es necesario analizar con realismo la situación del Biotren. Este servicio no tiene ninguna rentabilidad privada ni social y sólo produce pérdidas a Fesub y a EFE. Sus costos marginales son crecientes, pese a lo cual sus frecuencias, por un tiempo disminuidas, han venido aumentando hasta llegar nuevamente a producir serias interferencias a los trenes de carga.

En resumen, al igual que en el caso de Valparaíso, las inversiones se han efectuado sin tomar en cuenta las necesidades del transporte de carga, que en esta región deberían ser prioritarias.

Existe un proyecto, elaborado en años recientes por el MOP, que considera un nuevo puente ferroviario al norte del actual y un nuevo trazado ferroviario que evita las zonas más pobladas al lado poniente del río, pero aparentemente el proyecto no ha continuado avanzando. Su materialización sería un paso fundamental para asegurar el transporte ferroviario de los crecientes volúmenes que se movilizan en la zona, especialmente en relación con la ampliación de la planta Horcones y el crecimiento del movimiento del puerto de Coronel.

#### **12.6.5 El acceso a Santiago**

Desde hace más de 25 años se ha hablado de la necesidad de trasladar el patio Alameda a una ubicación acorde con sus actividades. Parte de los terrenos del denominado Triángulo de Chena habían sido propuestos para este propósito, pero en las actuales condiciones ya no serían adecuados.

En la actualidad, el establecimiento de servicios de pasajeros suburbanos y de cercanías produce interferencias importantes con los trenes de carga. Aparentemente, estos servicios sólo podrán crecer en el futuro.

La solución propuesta es un by-pass de Santiago y la construcción de un patio que reemplace a Alameda. Esto es aún factible en la zona poniente de la ciudad, donde hay terrenos disponibles. El trazado se apartaría del actual al norte de Quilicura,

para pasar al poniente del aeropuerto y empalmar con la línea central inmediatamente al norte del puente Maipo, con una conexión al ramal de San Antonio.

De esta manera, las vías actuales podrían quedar para uso exclusivo de los servicios suburbanos.

## 13. Plan de Acción

### 13.1 Introducción

A partir del análisis y diagnóstico efectuados en el capítulo anterior, es posible concluir que:

1. En relación con la interoperatividad, no se divisan problemas de importancia entre los ferrocarriles privados de la zona norte. En cambio, hay problemas de importancia en la red de EFE, donde coexisten dos porteadores de carga con 4 porteadores de pasajeros, registrándose interferencias por lo general perjudiciales para los porteadores de carga. Los problemas se producen en dos ámbitos diferentes: en el ámbito tecnológico, donde hay problemas de capacidad de vías y de control de tráfico, y en el ámbito operacional, donde hay problemas de asignación de derechos de vía.
2. En relación con la intermodalidad, queda de manifiesto que el transporte intermodal entre camiones y ferrocarriles es una solución de segundo orden (“second best”) aplicable solamente cuando el volumen de transporte no justifica la construcción de un acceso directo al establecimiento productivo.

En el caso del transporte de contenedores, intermodal por excelencia, los contenedores prácticamente no se utilizan en cargas internas, limitándose a las cargas del comercio internacional, las que por lo general son de corto recorrido y muy atomizadas, lo que deja al ferrocarril en desventaja. Es destacable el caso de Valparaíso, puerto que genera una gran cantidad de contenedores y al que el ferrocarril tiene un acceso limitado.

Por otra parte, el movimiento de contenedores está determinado por las necesidades logísticas de las empresas navieras, por lo que los márgenes de acción de los transportistas son limitados. En la práctica, filiales de las empresas navieras disponen de terminales en Santiago y en otros puntos y utilizan el transporte ferroviario en la medida de su capacidad para entregar un servicio adecuado a sus necesidades.

Las inversiones propuestas por EFE para 2011-2013 consultan la construcción de uno o más terminales de consolidación de contenedores, pero el principal transportista, FEPASA, planea establecer un terminal propio y no está interesado en el proyecto de EFE.

El tema de la intermodalidad incluye asimismo el acceso a los puertos, donde se producen diversas deficiencias que han sido analizadas en el capítulo anterior.

3. En relación con la accesibilidad, tema considerado clave para el fomento del transporte ferroviario, los problemas son importantes y variados.

En la zona norte, los ferrocarriles privados, en especial el FCAB, han efectuado algunas inversiones para acceder a los centros productivos y a los puertos, cuando estas inversiones tienen rentabilidad privada. En la zona centro-sur, que

corresponde a la red de EFE, con la excepción del ramal de Rucapequén a Nueva Aldea, construido indirectamente por EFE con financiamiento de FEPASA, todas las inversiones en accesos ferroviarios han sido efectuadas por empresas privadas.

En una especie de reacción al abandono del transporte de carga hecho por EFE prácticamente desde la privatización, EFE ha propuesto para el período 2011-2013 la construcción de una serie de desvíos y algunos ramales cortos, muchos de los cuales podrían ser construidos directamente por los privados y otros tienen una dudosa rentabilidad privada o social. La intención de EFE de construir estos desvíos ha provocado en forma explicable la paralización de las iniciativas privadas para su construcción. En cualquier caso, se considera indispensable que la materialización de cualquiera de estos proyectos financiados con recursos del Estado, sea materia de una evaluación privada y social, efectuada por un organismo neutral.

En esta materia debe también considerarse las limitaciones de los operadores privados para efectuar inversiones, dados sus cortos horizontes de evaluación.

4. Finalmente, el diagnóstico ha dejado de manifiesto la necesidad de contar con una política de transportes clara y definida. El estudio sobre la política de transporte interurbano que está concluyendo Sectra en este momento (Junio 2011), en el cual participan estos consultores, ha planteado diversas líneas de acción en relación con el transporte en general y, en lo que corresponde al presente estudio, en relación con el transporte ferroviario.

Todos estos antecedentes han sido tomados en cuenta para las proposiciones que siguen.

## **13.2 En relación con la interoperatividad**

### **13.2.1 General**

Los problemas de interoperatividad en la zona norte se han resuelto adecuadamente entre los ferrocarriles (FCAB y Ferronor) mediante acuerdos comerciales y operativos de mutuo beneficio en la Región de Antofagasta. Lo mismo ha sucedido entre Ferronor y CAP (CMP) para el transporte de minerales de hierro y entre Ferronor y Codelco División Salvador para el transporte de insumos y productos de la División en la Región de Atacama. No se considera necesario intervenir este equilibrio natural.

La situación es diferente en la red de EFE, donde hay situaciones que dificultan el deseado aumento de la participación del ferrocarril en el transporte de carga.

El estudio sobre la política de transporte interurbano de Sectra antes mencionado contiene una serie de Líneas de Acción, de las cuales varias tienen relación con los problemas de interoperatividad.

### 13.2.2 Política de libre acceso

La ley de EFE, el DFL 1 de 1993, establece en forma clara en su artículo 2 la política de libre acceso, al disponer que “...*en todo contrato, concesión o aporte que implique dar uso exclusivo de la línea férrea, en todo o parte, será condición esencial del contrato, o de la concesión, o del aporte a la sociedad, que se permita a terceros el uso de la vía, sobre la base de un sistema tarifario igualitario y no discriminatorio.*”

Esta modalidad es conocida internacionalmente como competencia **en** el mercado y se traduce, entre otras consecuencias, en un efecto indeseado: los diversos operadores ferroviarios están en mejores condiciones para competir entre ellos por el mercado ya captado por el ferrocarril, que con los otros modos.

El segundo modelo, de concesión exclusiva, es conocido como competencia **por** el mercado. El operador único sólo puede crecer compitiendo con los otros modos y, especialmente en los mercados de tamaño reducido, como el chileno y en condiciones adecuadas, puede producirse un crecimiento significativo de la participación del ferrocarril.

El actual tamaño del mercado ferroviario de transportes en Chile, que en la red de EFE asciende a unos 10 millones de toneladas anuales, apenas justifica la existencia de un operador ferroviario y aparentemente no parece justificar la existencia de dos.

Se recomienda estudiar la factibilidad de establecer una concesión ferroviaria de carga única en la totalidad de la red de EFE.

### 13.2.3 Cobro de costos de infraestructura

Desde hace varias décadas el ferrocarril ha manifestado que en el mercado de transporte la competencia carece de equidad, principalmente debido a que el ferrocarril paga la totalidad de sus costos de infraestructura, mientras que el camino lo hacía en forma muy limitada. Con el propósito de corregir esta desigualdad, la ley de EFE (1993) consideró la posibilidad de dar a esta empresa –y sólo a ésta- un aporte en forma de compensación. Posteriormente, con el establecimiento de las concesiones viales, el aporte a EFE se suprimió, ya que la mayor parte de las rutas concesionadas eran paralelas a sus vías. Sin embargo, el problema no se ha terminado de resolver porque: (a) No todas las rutas paralelas a los ferrocarriles se han concesionado, (b) Los ferrocarriles sostienen y hay estudios que lo confirman, que en la estructura de peajes los vehículos livianos subsidian a los pesados, que son los que compiten con el ferrocarril, (c) Hay rutas concesionadas que están subsidiadas en perjuicio del ferrocarril (por ejemplo, en la zona sur del país) y (d) Los costos de infraestructura no consideran las externalidades, por ejemplo, los costos de congestión, contaminación y accidentes que con mayor frecuencia son superiores en el transporte vial.

Por otra parte, en la red de EFE los porteadores pagan por el uso de la vía férrea con un esquema tarifario que tiene términos fijos y variables y que, desde el punto de vista de los porteadores, es excesivo y perjudica su posición competitiva. EFE

recibe del Estado importantes subsidios a la infraestructura por medio de los Planes Trienales, los cuales no son traspasados a los porteadores.

Se considera necesario hacer un estudio que determine cuáles son las tarifas reales que deberían pagar los usuarios del camino y, en el caso de la red de EFE, sus porteadores.

#### **13.2.4 Revisión de los contratos de acceso de los porteadores de carga**

La gestión de los porteadores de carga está sujeta a una serie de limitaciones e inconvenientes que dificultan su gestión y les impide competir eficazmente en el mercado de transporte de carga. Se menciona, entre otros temas, que los aportes del Estado a la infraestructura de EFE no se traducen en menores costos de peaje (mencionado en la recomendación anterior); que el estándar y el estado de la vía férrea, así como la prioridad dada a los servicios de pasajeros, especialmente en Valparaíso, Santiago y Concepción, limitan fuertemente su eficiencia y la calidad de sus servicios; que los estándares fijados a la vía férrea respecto de pesos por eje, velocidades de circulación, longitud de desvíos y otros aspectos no les permite modernizar su material rodante.

En algunos casos estos problemas han desembocado en demandas judiciales por incumplimiento de los contratos de acceso, pero los avenimientos alcanzados han resuelto sólo algunos de los problemas, manteniéndose sin cambios la mayor parte de ellos.

Se considera necesaria la modificación de los contratos de acceso para introducir condiciones que mejoren la competitividad del modo, como por ejemplo, en relación con los estándares de la vía férrea, de las velocidades de circulación, longitud de los desvíos, canales de circulación y otros..

#### **13.2.5 Costos de asignación de los canales de circulación**

En las líneas de EFE hay tres sectores que presentan congestión debido a las elevadas frecuencias de los servicios de pasajeros. La preferencia dada por EFE a estos servicios en la mayoría de las veces impiden la entrada de los trenes de carga en las horas punta, lo que perjudica sus ciclos de rotación y sus costos, junto con la calidad del servicio.

Se propone establecer una tarifa por la asignación de los canales de circulación, que refleje adecuadamente su disponibilidad en las diversas horas del día, la que sería aplicable tanto a los servicios de carga como a los de pasajeros.

#### **13.2.6 Estándares de mantenimiento de la vía férrea**

Los estándares de mantenimiento de EFE están fijados en los contratos de mantenimiento CPIX de acuerdo con las Normas de Seguridad y los contratos de acceso de los porteadores. Por una parte, se considera que las normas de seguridad son insuficientes para fijar los estándares de mantenimiento de la vía férrea, ya que establecen solamente las condiciones que debe cumplirse para

circular con seguridad a determinadas velocidades, sin incluir en forma adecuada aspectos como el confort de pasajeros y carga.

Por otra parte, las reducidas velocidades de circulación en los sectores de la red utilizados exclusivamente por los porteadores de carga inciden en mayores costos de capital por los mayores parques de equipo necesarios, mayores costos operacionales y menor calidad del servicio.

Se considera necesario revisar los estándares fijados en los contratos de los porteadores, ya que en algunos sectores los estándares comprometidos –y por lo tanto las velocidades de circulación– son insuficientes para las necesidades actuales.

Esto está relacionado con lo señalado en el punto 12.2.4, con la diferencia que sólo se trata de mejorar en forma inmediata los estándares de mantenimiento de las vías actuales, sin esperar al mejoramiento de los estándares técnicos de ellas.

### **13.3 En relación con la intermodalidad**

#### **13.3.1 General**

Los casos de intermodalidad camión-ferrocarril –dejando de lado el transporte de contenedores, que se trata por separado– son el producto de un equilibrio entre el estado óptimo, en el cual el ferrocarril tiene acceso directo al origen de la carga y la situación en que no es privadamente rentable construir el acceso ferroviario, lo que en algunos casos justifica el transporte combinado y en otros se hace imposible el transporte ferroviario.

El punto de equilibrio en términos de rentabilidad privada no coincide con el punto de equilibrio desde el punto de vista social, por lo que en algunos casos se justifica una acción por parte del Estado.

Esta acción puede traducirse en estímulos (subsidios) directos a la construcción de infraestructura de acceso, lo que no sólo resuelve el problema de intermodalidad, sino además puede modificar la partición modal, al hacer factibles transportes por ferrocarril que tampoco podían efectuarse por vía intermodal. Estos casos son especialmente evidentes en los accesos a los puertos.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que en el caso de la complementación ferrocarril-camión, estas acciones son precisamente opuestas a la intermodalidad y corresponden más bien a las de accesibilidad que se tratan más adelante.

Respecto del transporte de contenedores la situación es diferente. El mercado de transporte de contenedores está limitado fuertemente en Chile al comercio internacional y las distancias de transporte son relativamente cortas. Sólo en el transporte de contenedores vacíos entre puertos las distancias pueden ser mayores, pero las empresas navieras procuran minimizar estos transportes y tienden a hacerlo por cabotaje.

Las medidas que es factible adoptar se refieren a la red de EFE y se refieren principalmente a permitir a los porteadores aumentar su eficiencia y por lo tanto reducir sus costos, como es el transporte de contenedores apilados.

Fepasa está estudiando la factibilidad de utilización del sistema *RoadRailer*, que se basa en semirremolques viales adaptados para la circulación por la vía férrea (ver punto 4.1.44 de este estudio). Para que este sistema funcione adecuadamente es indispensable que la vía férrea esté en buenas condiciones de nivelación y alineación.

EFE ha propuesto la habilitación de terminales intermodales mediante un mecanismo de concesión. Estos terminales en la práctica existen y corresponden a los mantenidos por las empresas navieras (Sitrans, Cosan) y al menos Fepasa tiene considerado habilitar un terminal propio. La habilitación de terminales intermodales está ligada al tema mencionado en el punto 11.5.5, del by-pass ferroviario de Santiago.

### **13.3.2 Accesos ferroviarios a los puertos**

El MTT ha efectuado diversos estudios sobre la accesibilidad a los puertos, los que incluyen sus accesos ferroviarios.

La mejora de los accesos ferroviarios a los puertos no se trata solamente de problemas técnicos ferroviarios, sino algunas veces está ligada a componentes urbanísticos complejos, situaciones agravadas por la emergencia de iniciativas regionales que priorizan otros factores.

Se considera necesario complementar las soluciones puntuales del acceso ferroviario a los puertos con planes estratégicos que permitan un desarrollo estable del transporte ferroviario, en forma armónica con las necesidades urbanísticas de las ciudades portuarias.

El propósito de esta política es precisamente evitar la repetición de situaciones como la del acceso a Valparaíso y mantener las ventajas de los actuales accesos ferroviarios a puertos como Ventanas, San Antonio y los puertos en torno a Concepción, sin interferir con el desarrollo urbano de las ciudades relacionadas.

### **13.3.3 Aumento de los gálibos verticales ferroviarios**

El transporte moderno de contenedores se efectúa en Norteamérica en vagones de plataforma baja, de manera de permitir el transporte de contenedores apilados (double stacking, ver punto 4.1.4.2 de este estudio).

En la red de EFE esto no es factible porque los gálibos verticales de la infraestructura no lo permite, tanto por las obras de arte (puentes de plataforma inferior, pasos viales superiores, etc.) como por las catenarias del sistema electrificado.

EFE ha estudiado el caso del ramal Alameda San Antonio, pero no ha tomado acción alguna para aumentar los gálibos verticales pese a que el ramal no está electrificado.

Se considera necesario reactivar el proyecto de aumento de gálibos verticales en la red de EFE.

### **13.3.4 Utilización de vehículos mixtos riel-carretera**

Se recomienda la participación de EFE en los estudios para la utilización de vehículos mixtos riel-carretera (RoadRailer) para considerar adecuadamente los requerimientos de la infraestructura en una eventual utilización de este sistema.

## **13.4 En relación con la accesibilidad**

### **13.4.1 General**

Se ha dejado de manifiesto en diversas partes de este estudio que el elemento básico que puede contribuir al aumento del transporte ferroviario de carga es una adecuada accesibilidad a los centros generadores de transporte.

Prácticamente en la mayoría de los casos, esta accesibilidad sólo puede lograrse mediante inversiones públicas o privadas.

### **13.4.2 Fórmulas institucionales para la ejecución de inversiones en ferrocarriles**

El Estado tiene mecanismos para financiar y ejecutar proyectos ferroviarios socialmente rentables y mediante ellos ha efectuado diversos proyectos concentrados en EFE. Sin embargo, y debido a la diferencia entre la rentabilidad social y la privada, en otros ferrocarriles hay una serie de proyectos que tienen rentabilidad social pero que no alcanzan rentabilidad privada y por lo tanto no son realizados por los privados. Es socialmente conveniente ejecutar estos proyectos, pero los mecanismos existentes para incorporar recursos fiscales en proyectos privados son escasos e inadecuados. Debe establecerse mecanismos que permitan al Estado posibilitar la ejecución por parte de agentes privados de proyectos ferroviarios socialmente rentables que no alcanzan rentabilidad privada. Estos mecanismos se refieren usualmente a inversiones en infraestructura, pero podrían también aplicarse a otras inversiones.

Por otra parte, la ejecución de inversiones en desvíos, troncales y ramales de acceso por los usuarios implica un compromiso de mediano y largo plazo –no necesariamente contractual– que muchas empresas productoras no están dispuestas a asumir, debido a la incertidumbre de que el ferrocarril pueda prestarles servicios confiables. En el caso de los porteadores, sus inversiones deberían estar atadas a contratos de transporte de largo plazo para permitir su amortización, lo que los usuarios por lo general no están en condiciones de aceptar. Fepasa ha propuesto para algunos casos puntuales efectuar las inversiones con sus propios recursos y recuperarlas dejando de pagar el peaje variable generado por el nuevo transporte por un plazo fijo, pero EFE aceptó su aplicación en un solo caso. Agrava el problema la política de múltiples operadores de EFE, que inhibe a éstos efectuar inversiones que podría utilizar un potencial competidor.

Se recomienda establecer mecanismos legales y administrativos que permitan al Estado financiar total o parcialmente la ejecución de proyectos ferroviarios de interés social en entidades diferentes a EFE.

Asimismo, se recomienda estudiar e identificar las actuales trabas legales y/o reglamentarias que inhiben o dificultan la ejecución de inversiones privadas en infraestructura ferroviaria.

Los diversos temas que se han mencionado anteriormente que limitan o inhiben la inversión privada y pública en infraestructura ferroviaria justifican la generación de una institucionalidad pública que defina y aplique las políticas de transporte ferroviario y rol del Estado en este ámbito.

### 13.4.3 Procedimiento de generación y evaluación de proyectos ferroviarios

Una de las causas principales de los negativos resultados de la gestión de EFE en relación con sus planes de inversión es que EFE genera, diseña, evalúa y materializa sus propios proyectos, limitando la intervención del MTT a una aprobación no siempre adecuadamente informada de dichos proyectos en los Planes Trienales.

Hasta principios de la década del '60 los proyectos ferroviarios estaban radicados en la Dirección de Obras Ferroviarias (DOF) del Ministerio de Obras Públicas. Los proyectos eran estudiados y construidos en la DOF y entregados a EFE para su explotación. Ante la aguda disminución de inversiones estatales en ferrocarriles, la DOF fue suprimida y su personal y archivos traspasados a EFE.

El incremento de inversiones ferroviarias registrado en los últimos años y la naturaleza y especialmente los resultados de los proyectos ejecutados, hacen necesario revisar esta política.

En el caso de los proyectos que tienen por objetivo habilitar un acceso ferroviario a generadores de carga, la evaluación debería ser especialmente estricta y la implementación del proyecto debería estar condicionada a la existencia de un contrato o compromiso de transporte a mediano o largo plazo que garantice los volúmenes de transporte que hacen viable el proyecto.

Se propone:

- Radicar fuera de EFE la generación y el desarrollo de nuevos proyectos ferroviarios.
- Realizar la evaluación de los proyectos por una entidad externa y neutral, que no sea EFE ni el organismo a cargo del proyecto.
- En el caso de proyectos de acceso a generadores de carga, condicionar su implementación a un contrato o compromiso de transporte.
- En el caso de proyectos integrales, como es el caso de los servicios suburbanos de pasajeros, concesionar su explotación.

#### 13.4.4 Mejoramiento de la infraestructura de EFE

El mejoramiento de la infraestructura está íntimamente relacionado con el tema de la accesibilidad.

Las principales restricciones de la infraestructura ferroviaria actual se refieren a:

- (a) Deficiente estado de la vía férrea;
- (b) Falta de capacidad portante de la vía en algunos sectores;
- (c) Deficientes condiciones de movilización de trenes, especialmente en las fronteras de los diferentes sistemas de movilización;
- (d) Congestión y/o falta de capacidad de la vía férrea en los sectores de servicios de pasajeros.

El primero de estos temas relacionado con los estándares de mantenimiento mencionados en el punto 12.2.5 de este estudio. En la mayor parte de las vías destinadas a los trenes de carga se ha fijado el estándar Clase B para su mantenimiento, lo que se traduce en una velocidad máxima de 40 km/h. Como se ha señalado, este estándar es insuficiente para las necesidades actuales.

Se recomienda mejorar los estándares de mantenimiento y las velocidades de circulación de trenes de carga en toda la red básica Valparaíso-Concepción-Temuco.

Esto ha sido mencionado en los puntos 12.2.24 y 12.2.6 anteriores.

El segundo tema es un problema estructural y debería ser abordado por EFE en forma de un Plan para llevar la capacidad portante de vías y obras de arte a estándares modernos. Esto es especialmente notorio en el caso de los puentes, que en muchos sectores su capacidad está excedida y trabajan utilizando los factores de seguridad. Aparentemente EFE ha establecido como política el uso del perfil 115RE como sección mínima, de manera que las adquisiciones de rieles nuevos tendrán a lo menos esta sección, cuya capacidad portante es de 27 ton/eje a 65 km/h según la norma AREMA. Sin embargo, no parece haber una política definida en relación con los puentes, sino acciones puntuales, como el refuerzo propuesto a los puentes de la ruta Los Lirios – Ventanas. El refuerzo o reemplazo de puentes debería constituir una política (estándar Cooper E80, por ejemplo) y un plan progresivo que en un plazo determinado aumente la capacidad de los principales corredores.

Se recomienda formular un plan de refuerzo o reemplazo de puentes en la red básica Valparaíso-Concepción-Temuco, al estándar Cooper E80.

El tercer tema, de condiciones de movilización de trenes, es de relativamente fácil solución, las que aparentemente están consideradas en las inversiones propuestas para el período 2011-2013.

El cuarto es un tema cuya solución requerirá de grandes inversiones. Los servicios de transporte de pasajeros suburbanos y de cercanías, debido a sus elevadas frecuencias, deberían tener líneas separadas de las de carga. Esto es especialmente evidente en las cercanías de Santiago, donde los servicios de

Metrotren y posiblemente en el futuro Melitren crearán serios problemas de acceso a los trenes de carga.

En el caso de los accesos a Concepción, el servicio de Biotren debería suprimirse por no tener ninguna rentabilidad privada o social, como ha quedado comprobado por los estudios efectuados por la misma EFE.

Se recomienda la construcción de un by-pass de Santiago y la construcción de un nuevo patio en reemplazo del patio Alameda, así como de vías de acceso independientes para los trenes de carga.

Se recomienda estudiar y eventualmente habilitar un mejor acceso de los trenes de carga al puerto de Valparaíso.

Estos problemas deben resolverse mediante proyectos por incluir en los Planes Trienales.

#### 13.4.5 Conexiones internacionales

##### (a) Ferrocarril de Arica a La Paz

Se encuentra en proceso la rehabilitación del FCALP, el que reanudaría sus operaciones en 2012, a cargo de la Empresa Portuaria Arica (EPA). En los análisis efectuados recientemente, se ha presentado dudas sobre la conveniencia de concesionar la operación del ferrocarril, considerando las relaciones con Bolivia. Pese a lo anterior, la solución definitiva debería ser contratar el mantenimiento de la infraestructura y concesionar la operación, ambas con agentes privados.

Se recomienda no postergar el concesionamiento de la operación del FCALP.

##### (b) Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia

No se recomienda acciones respecto de este ferrocarril privado.

##### (c) Ferrocarril de Antofagasta a Salta

Desde hace más de 50 años se ha estudiado sin éxito la posibilidad de canalizar las exportaciones del Noroeste Argentino (NOA) por los puertos del Pacífico por la vía del ferrocarril. Paralelamente, hay una serie de iniciativas de inversión sobre diversos corredores bioceánicos en diversas latitudes en Sudamérica. Antes de profundizar los análisis en estos nuevos corredores, sería conveniente analizar las razones por las cuales el corredor existente no ha logrado materializar los flujos potenciales.

Se recomienda concentrar los análisis de los diversos corredores interoceánicos en el denominado Corredor Bioceánico Capricornio para determinar las trabas que han impedido materializar los flujos esperados en el pasado, particularmente en lo relativo a la conexión entre Chile y Argentina por Socompa.

#### (d) Ferrocarril Transandino (Corredor Bioceánico Aconcagua)

La más reciente proposición sobre esta conexión, abandonada desde 1984, ha sido analizada en el Capítulo 10 del presente estudio.

En dicho análisis se ha planteado dudas sobre el proyecto de trazado, sobre el estudio de mercado y sobre el proyecto operativo. Como se trata de un proyecto aún en desarrollo, no es posible aún alcanzar conclusiones definitivas.

Se recomienda revisar el proyecto, una vez terminado, por una entidad externa, para verificar su factibilidad.

### 13.5 En relación con la seguridad

#### 13.5.1 General

Los problemas de la seguridad ferroviaria no son materia de este estudio y fueron analizados por otros estudios encargados por el MTT. Sin perjuicio de lo anterior, en el presente estudio se ha incluido algunas líneas de acción propuestas en el estudio de Política de Transporte Interurbano de Sectra, por tratarse de temas que afectan al transporte ferroviario de carga.

#### 13.5.2 Complementación de la normativa de transporte de sustancias peligrosas

Las normas actuales para el transporte de productos peligrosos por ferrocarril no abarcan la totalidad de ellos y las existentes tienen cierta antigüedad. En Norteamérica, este transporte está regido por la BOE-6000, que se revisa y actualiza periódicamente. Esta norma ha sido tomada como base por el INN en algunos transportes.

Se considera conveniente adoptar la norma Norteamericana BOE-6000 integralmente para el caso nacional.

#### 13.5.3 Fiscalización del transporte de productos peligrosos

Las normas de seguridad y técnicas del transporte de productos peligrosos se cumplen en forma relativa, ya que no existe una fiscalización sistemática. En relación con los transportes efectuados en líneas de EFE, los controles de EFE del equipo rodante de sus porteadores es sólo eventual, mientras que en el resto del país, prácticamente no existe.

Se considera necesario crear un organismo técnico fiscalizador dependiente del MTT para mantener una fiscalización permanente y sistemática del transporte de productos peligrosos.

#### 13.5.4 Limitación del transporte por carretera de productos peligrosos

Las normas técnicas y de seguridad del transporte de productos peligrosos por ferrocarril son mucho más estrictas que las de la carretera y por lo tanto proveen

mayor seguridad. Sin embargo, hay importantes flujos carreteros de productos peligrosos (ácido sulfúrico, gas natural, otros), que es deseable traspasar al ferrocarril de manera de disminuir los riesgos de la carretera y la congestión que estos vehículos producen.

Se recomienda:

- Analizar los actuales transportes de productos peligrosos por carretera, para determinar cuáles de ellos podrían ser efectuados por ferrocarril.
- Proponer ordenanzas de implementación gradual para dificultar o prohibir el transporte de productos peligrosos por carretera en aquellos transportes que es factible hacer por ferrocarril.
- Proponer modalidades de transporte de productos peligrosos que faciliten la intermodalidad (contenedores-estaque) para aquellos casos en que el recorrido por ferrocarril sea mayoritario.
- Establecer los casos y procedimientos en que el transporte pueda hacerse por carretera.

## **13.6 En relación con el medio ambiente**

### **13.6.1 General**

Los problemas medioambientales no son materia de este estudio y han sido analizados por otros estudios. Sin perjuicio de lo anterior, se ha incluido algunas líneas de acción propuestas en el estudio de Política de Transporte Interurbano de Sectra, por tratarse de temas que afectan al transporte ferroviario de carga.

### **13.6.2 Modernización del equipo tractor de los ferrocarriles**

El parque de locomotoras diesel de los ferrocarriles chilenos es de gran antigüedad; la edad promedio de las locomotoras es superior a 30 años y hay máquinas en servicio hasta de 60 años. Esta situación se ve perpetuada por la práctica de las empresas ferroviarias de adquirir locomotoras reconstruidas, que fueron fabricadas hace 20 años o más. La causa principal de esta práctica es el menor precio inicial de estas máquinas, que pesa fuertemente en la evaluación económica privada de la adquisición, habitualmente hechas en plazos cortos y altas tasas de descuento.

El uso de locomotoras modernas tiene una serie de ventajas de índole privada y social:

- Menores costos de operación debido a su mayor capacidad de arrastre y a su menor consumo de combustible por tonelada remolcada. Estos menores costos podrían ser percibidos por los operadores privados en una evaluación a más largo plazo y se traducen también en beneficios sociales por el menor consumo de recursos.

- Menores costos de mantenimiento debido a la introducción de sistemas de monitoreo permanente de sus componentes y nuevas técnicas de mantenimiento correctivo. Al igual que en el caso de los costos operacionales, estos menores costos podrían ser percibidos por los operadores privados en una evaluación a más largo plazo y se traducen también en beneficios sociales por el menor consumo de recursos.
- Menores emisiones, producto de los avances tecnológicos de los motores diesel y menor consumo de combustible. Esto se traduce en beneficios sociales por contaminación atmosférica y calentamiento global.

Se considera conveniente establecer estímulos económicos para la adquisición de locomotoras más modernas, unido a plazos racionales para el reemplazo paulatino de las unidades más antiguas. Para ello, se recomienda evaluar socialmente la conveniencia de que el Estado intervenga vía normativa o vía políticas económicas (tarifas, impuestos o subsidios).

### 13.7 Aplicación del Marco Lógico

La proposición de políticas realizada ha considerado en su estructura la aplicación del enfoque de marco lógico. La metodología de marco lógico es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de iniciativas complejas, donde se busca resolver problemas en que interactúan e involucran una cantidad importante de actores, diferentes sectores económicos y sociales, diferentes opciones tecnológicas, sectores público y privado entre otros factores. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos afectados y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas. Parte básica del enfoque es contar con un buen diagnóstico, en que interactúan todos los afectados con la situación en estudio, se hace una correcta apreciación de las causas del problema bajo análisis y de las consecuencias o efectos que genera el problema.

Cabe resaltar que la metodología marco lógico es una “ayuda para pensar” y solo en ese sentido restringido ha sido utilizada en este estudio. Se ha utilizado como un instrumento que ayuda a presentar sucintamente los diferentes aspectos que estructuran el análisis de un determinado “problema” y enfocar de una manera más sistemática sus posibles soluciones.

Para efectos de este estudio se ha utilizado la metodología del marco lógico solo para la etapa de identificación del problema, que considera entre otros el análisis de involucrados, la identificación precisa de los objetivos y de alternativas de solución, en la que se analiza la situación existente para crear una visión de la situación deseada y seleccionar las alternativas o estrategias que se pueden aplicar para conseguirla.

Una forma adecuada de presentar los resultados de las proposiciones de política que se han entregado, la constituye lo que se denomina en el enfoque de marco lógico como la “Estructura Analítica del Marco Lógico” que para efectos de esta aplicación se presenta en las láminas siguientes. En ellas se presenta de una

manera ordenada todo el conjunto de políticas descritas en los puntos anteriores de este mismo capítulo.

En la estructura analítica se presentan cuatro elementos vinculados al problema que se analiza:

1. Fin, al cual la solución del problema contribuye de manera significativa luego de que se han adoptado las actividades recomendadas.
2. Propósito, definido como el logro alcanzado una vez que las actividades propuestas han sido ejecutadas.
3. Componentes/Resultados que se alcanzan una vez ejecutadas las actividades propuestas. Se supone que una vez alcanzados los componentes se logra el propósito.
4. Actividades requeridas para producir los Componentes/Resultados.

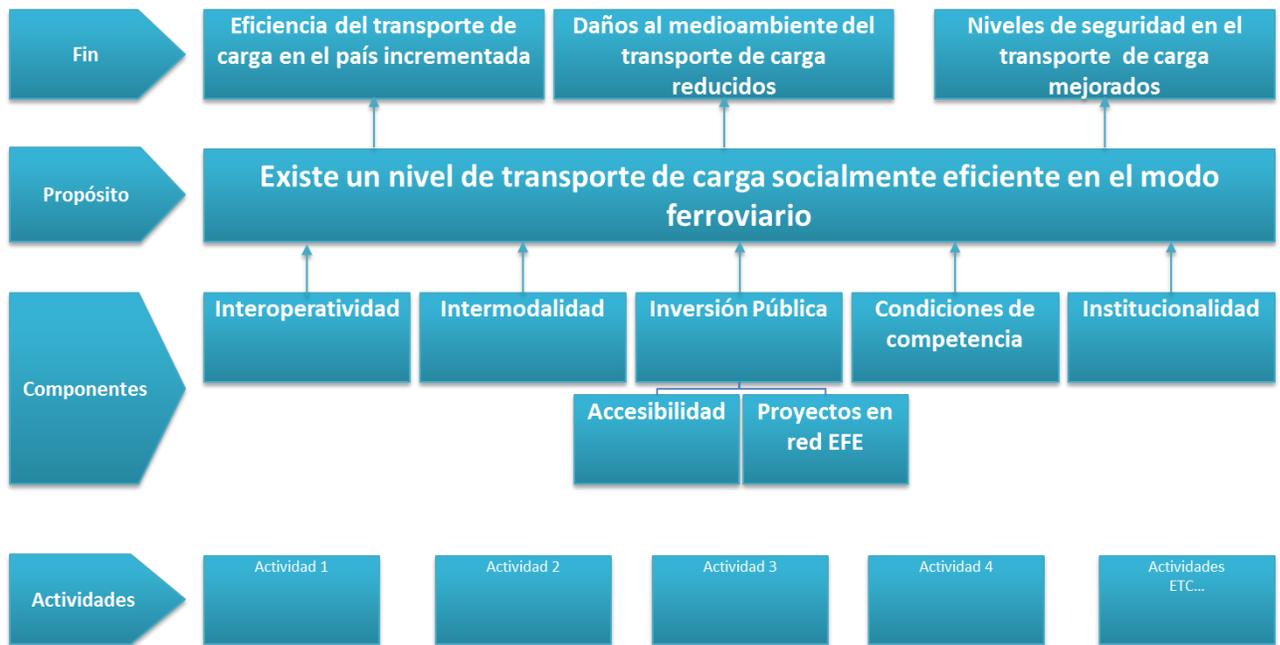
La Figura 55 muestra la estructura analítica del problema analizado, el cual plantea el propósito, en el cual se resume en una frase el objetivo final del estudio, redactado como un logro. Para este caso el propósito es “Existe un nivel de transporte de carga socialmente eficiente en el modo ferroviario”. Este propósito no tiene un sentido en sí mismo sino es un medio para lograr los fines que se muestran en la misma lámina; lograr que la eficiencia del transporte de carga se vea incrementada, lograr que se reduzca los daños al medioambiente del transporte de carga y lograr que se vean mejorados los niveles de seguridad en el transporte de carga.

Todo lo anterior es posible de lograr en la medida que se logren los componentes, que muestran los aspectos que una vez alcanzados se obtiene el propósito. En este caso particular lograr que el sistema ferroviario sea interoperable, que el sistema de transporte permita un nivel eficiente de intermodalidad, que se disponga de capacidad de inversión pública socialmente eficiente para invertir en el modo ferroviario, que se den condiciones de equidad competitiva en los mercados de transporte y que exista una institucionalidad adecuada para implementar y sostener la política ferroviaria.

Por último, para alcanzar los resultados que se señala en cada componente se requiere de un conjunto de actividades que se indican en el último nivel. Desarrollar estas actividades es el instrumento y define las acciones concretas necesarias para el logro de los componentes y a su vez alcanzar el propósito y los fines.

Las figuras siguientes van mostrando consecutivamente el desarrollo más detallado para cada una de las componentes.

**Figura 55**  
**Estructura analítica**



**Figura 56**  
**Interoperatividad**



**Figura 57**  
**Intermodalidad**



**Figura 58**  
**Inversión pública**



**Figura 59**  
**Institucionalidad**



**Figura 60**  
**Equidad competitiva**



## 14. Fichas de Acciones Propuestas

Estas fichas corresponden a algunas de las proposiciones efectuadas por el equipo consultor en el estudio Política de Transporte Interurbano (Mideplan-Sectra 2011), las que coinciden con las proposiciones del presente estudio.

### POLÍTICA DE LIBRE ACCESO (13.2.2)

#### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Aumentar la eficiencia en la operación de cada modo de transporte
Producto esperado	Disponer de un sistema de transporte ferroviario de carga sólido, eficiente, competitivo y privadamente rentable
Metas	Contar con un concesionario único para el transporte de carga en la red de EFE
Estrategia específica	Estudiar la factibilidad de establecer una concesión de carga única en la red de EFE. Licitación de la concesión.

#### Descripción de la acción

Objetivo:	Robustecer el sistema ferroviario de transporte de carga
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar el mercado actual de transporte ferroviario de carga en líneas de EFE.</li> <li>2. Estudiar la conveniencia de dar término anticipado a las actuales concesiones, incluyendo la factibilidad legal y/o el costo de hacerlo.</li> <li>3. Estudiar las condiciones deseadas para una eventual nueva concesión.</li> <li>4. Licitación de una concesión única para el transporte ferroviario en líneas de EFE</li> </ol>

#### Justificación de la acción

El actual tamaño del mercado ferroviario de transportes en Chile, que en la red de EFE asciende a unos 10 millones de toneladas anuales, apenas justifica la existencia de un operador ferroviario y aparentemente no parece justificar la existencia de dos o más.

#### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Contratar un estudio que abarque la Etapa 1
EFE	Contratar un estudio que abarque la Etapa 2
MTT/EFE	Establecer las condiciones para una nueva concesión
EFE	Licitación de la concesión (Etapa 4)

## COBRO DE COSTOS DE INFRAESTRUCTURA (13.2.3)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Generar condiciones de equidad en la competencia intermodal
Producto esperado	Cada modo de transporte percibe los costos de operación e infraestructura, internos y externos que genera, así como los precios reflejan dichos costos
Metas	Reducir las distorsiones en el pago por uso de infraestructura entre el modo caminero y el modo ferroviario
Estrategia específica	Cobro de tarifas camineras y ferroviarias de acuerdo con política de recuperación de costos (inversiones, mantenimiento y/ o tarifas eficientes)

### Descripción de la acción

Objetivo: Determinar de manera concluyente los niveles tarifarios que debería fijarse para la infraestructura vial y ferroviaria, de forma de establecer condiciones de equidad en los sectores donde ambos modos son competitivos.
<p>Etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar un estudio que considere en forma detallada las condiciones de competencia entre el camino y el ferrocarril en las zonas servidas por el segundo, para determinar los cargos por el uso de infraestructura a uno y otro modo, considerando las externalidades y proponer medidas prácticas y concretas para alcanzar la equidad deseada</li> <li>2. Gestionar la aplicación de las medidas provenientes del estudio</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>Está ampliamente reconocido que, pese a las medidas tomadas en las últimas décadas, el problema de la inequidad existente entre el camino y el ferrocarril en lo que se refiere al tratamiento de la infraestructura no se ha terminado de resolver porque: (a) No todas las rutas paralelas a los ferrocarriles se han concesionado, (b) Los ferrocarriles sostienen y hay estudios que lo confirman, que en la estructura de peajes los vehículos livianos subsidian a los pesados, que son los que compiten con el ferrocarril, (c) Hay rutas concesionadas que están subsidiadas en perjuicio del ferrocarril (por ejemplo, en la zona sur del país) y (d) Los costos de infraestructura no consideran las externalidades, por ejemplo, los costos de congestión, contaminación y accidentes que con mayor frecuencia son superiores en el transporte vial. Por otra parte, en la red de EFE los porteadores pagan por el uso de la vía férrea con un esquema tarifario que tiene términos fijos y variables y que, desde el punto de vista de los porteadores, es excesivo y perjudica su posición competitiva. Por estas razones, se considera necesario hacer un estudio que determine cuáles son las tarifas reales que deberían pagar los usuarios del camino y, en el caso de la red de EFE, sus porteadores</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Contratar un estudio que abarque la Etapa 1
MTT	Proposición de medidas concretas
MTT/MOP/EFE	Implantación de medidas en su ámbito de atribuciones

## REVISIÓN DE CONTRATOS DE ACCESO DE LOS PORTEADORES DE CARGA (13.2.4)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Generar condiciones de equidad en la competencia intramodal
Producto esperado	Las condiciones de competencia al interior del modo ferroviario favorecen el desarrollo de nuevos mercados
Metas	Crecimiento sostenido del transporte ferroviario de carga
Estrategia específica	Fortalecimiento de las condiciones operacionales de los porteadores de carga

### Descripción de la acción

Objetivo: Hacer más eficiente la relación contractual entre EFE y sus porteadores, para mejorar la competitividad del transporte ferroviario de carga.
Etapas: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar por separado y en conjunto con EFE y con los porteadores los actuales contratos para identificar los problemas que dificultan la gestión de los porteadores</li> <li>2. Evaluar el costo de las medidas recomendables tanto para EFE como para los porteadores</li> <li>3. Modificar los contratos de acceso en forma correspondiente</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>La gestión de los porteadores de carga está sujeta a una serie de limitaciones e inconvenientes que dificultan su gestión y les impide competir eficazmente en el mercado de transporte de carga. Se menciona, entre otros temas, que los aportes del Estado a la infraestructura de EFE no se traducen en menores costos de peaje; que el estándar y el estado de la vía férrea, así como la prioridad dada a los servicios de pasajeros, especialmente en Valparaíso, Santiago y Concepción, limitan fuertemente su eficiencia y la calidad de sus servicios; que los estándares fijados a la vía férrea respecto de pesos por eje, velocidades de circulación, longitud de desvíos y otros no les permite modernizar su material rodante. En algunos casos estos problemas han desembocado en demandas judiciales por incumplimiento de los contratos de acceso, pero los avenimientos alcanzados han resuelto sólo algunos de los problemas, manteniéndose sin cambios la mayor parte de ellos. Por esta razón, se considera necesaria la mediación del MTT y la modificación de los contratos de acceso para introducir condiciones que mejoren la competitividad del modo.</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Conducir un proceso de evaluación de los contratos de acceso de los porteadores a la red de EFE
EFE	Analizar en conjunto con los porteadores las medidas necesarias para reforzar su gestión
EFE	Modificar los contratos de acceso

## COSTOS DE ASIGNACIÓN DE LOS CANALES DE CIRCULACIÓN (13.2.5)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Aumentar la eficiencia en la operación en el transporte ferroviario
Producto esperado	Reglas equitativas para el uso de la vía entre el transporte de carga y el de pasajeros en la red de EFE
Metas	Reducir los tiempos de viaje y las demoras del transporte de carga producto de la prioridad del transporte de pasajeros en la red de EFE
Estrategia específica	Cambio de las condiciones de uso de vías entre trenes de carga y de pasajeros

### Descripción de la acción

Objetivo: Asignar los canales de circulación en la red de EFE según criterios de escasez, mediante un costo percibido directamente por los usuarios
Etapas: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudiar la demanda por canales de circulación en los diversos puntos de la red para identificar los problemas que dificultan la gestión de los porteadores</li> <li>2. Estimar el costo de oportunidad de los canales de circulación para los porteadores</li> <li>3. Proponer un esquema de cobros para los canales de circulación según tramos de la red y horarios</li> <li>4. Modificar los contratos de acceso en forma correspondiente</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>En las líneas de EFE hay tres sectores que presentan congestión debido a las elevadas frecuencias de los servicios de pasajeros. La preferencia dada por EFE a estos servicios en la mayoría de las veces impiden la entrada de los trenes de carga en las horas punta, lo que perjudica sus ciclos de rotación y sus costos, junto con la calidad del servicio. Se propone establecer una tarifa por la asignación de los canales de circulación, que refleje adecuadamente su disponibilidad en las diversas horas del día, la que sería aplicable tanto a los servicios de carga como a los de pasajeros. Una asignación con base económica de los canales de circulación permitirá racionalizar su asignación, limitando o moderando la actual situación que en su grado extremo impide la entrada de los trenes de carga al puerto de Valparaíso en horario diurno</p>
--

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Impulsar y supervisar la introducción de tarifas por asignación de canales en las líneas de EFE, que reflejen la mayor o menor demanda horaria
EFE	Estudiar y proponer un sistema tarifario para la asignación de canales
EFE	Introducir el cobro por asignación de canales en los contratos de acceso con los porteadores de pasajeros y de carga

## MEJORAMIENTO DE ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO DE LA VÍA FÉRREA (13.2.6)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Aumentar la eficiencia en la operación en el transporte ferroviario
Producto esperado	Nivel de mantenimiento adecuado a las necesidades del transporte de carga en la red de EFE
Metas	Reducir los tiempos de viaje y las demoras del transporte de carga producto de las limitaciones de velocidad en los sectores de transporte de carga en la red de EFE
Estrategia específica	Generar una política de mantenimiento óptimo de la infraestructura de carga en EFE

### Descripción de la acción

Objetivo: Revisar los estándares de mantenimiento de las vías de EFE para adecuarlos a las actuales necesidades de tráfico de trenes de carga
Etapas: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar la situación actual y en el corto plazo del tráfico de trenes de carga</li> <li>2. Proponer un mejoramiento de los estándares de mantenimiento de los sectores limitados</li> <li>3. Elaborar un plan de mejoramiento de corto plazo (Plan Trienal)</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>Los estándares de mantenimiento de EFE están fijados en los contratos de mantenimiento CPIF de acuerdo con las Normas de Seguridad y los contratos de acceso de los porteadores. Por una parte, se considera que las normas de seguridad son insuficientes para fijar los estándares de mantenimiento de la vía férrea, ya que establecen solamente las condiciones que debe cumplirse para circular con seguridad a determinadas velocidades, sin incluir en forma adecuada aspectos como el confort de pasajeros y carga. Por otra parte, se considera necesario revisar los estándares fijados en los contratos de los porteadores, ya que en algunos sectores los estándares comprometidos –y por lo tanto las velocidades de circulación– son insuficientes para las necesidades actuales</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
EFE	Analizar los estándares actuales en los diferentes sectores
EFE	Revisar los estándares fijados en los CPIF y en los contratos de acceso de los porteadores
EFE	En los casos de elevación de estándares, incluir las inversiones correspondientes en el Plan Trienal

## MEJORAMIENTO DE LOS ACCESOS FERROVIARIOS A LOS PUERTOS (13.3.2)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Aumentar la eficiencia en la operación en el transporte ferroviario intermodal
Producto esperado	Condiciones óptimas de acceso del ferrocarril a los puertos
Metas	Mejorar la eficiencia del transporte ferroviarios en los puertos principales que sirve la red de EFE
Estrategia específica	Ampliar y modernizar los accesos ferroviarios a los puertos de las V, VIII y X Regiones

### Descripción de la acción

Objetivo: Mejorar los accesos ferroviarios a los puertos para adecuarlos a las actuales necesidades del tráfico intermodal ferrocarril-barco
Etapas: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar la situación actual de los accesos ferroviarios a los puertos principales</li> <li>2. Proponer anteproyectos de mejoramiento de los accesos ferroviarios, en concordancia con las necesidades del transporte y las del entorno urbano</li> <li>3. Elaborar un plan de mejoramiento de corto plazo (Plan Trienal)</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>El MTT ha efectuado diversos estudios sobre la accesibilidad a los puertos, los que incluyen sus accesos ferroviarios. Sin embargo, estos estudios no se han traducido en proyectos y acciones concretas. El caso más importante es el de los puertos de la VIII Región, donde el fuerte aumento de la carga de exportación origina problemas de importancia en el acceso a los puertos de Lirquén, San Vicente y Coronel, los que podrían llegar a limitar su capacidad exportadora. La mejora de los accesos ferroviarios a los puertos no se trata solamente de problemas técnicos ferroviarios, sino algunas veces está ligada a componentes urbanísticos complejos, situaciones agravadas por la emergencia de iniciativas regionales que priorizan otros factores</p>
--

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT/MOP	Formular planes de corto plazo para el mejoramiento de los accesos ferroviarios a los principales puertos de la zona centro-sur
EFE	Colaborar en la formulación de los planes de corto plazo con apoyo técnico conceptual
MTT	Liderar la materialización de los proyectos de mejoramiento de los accesos ferroviarios

## AUMENTO DE LOS GÁLIBOS VERTICALES FERROVIARIOS (13.3.3)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Aumentar la eficiencia en la operación en el transporte ferroviario intermodal
Producto esperado	Infraestructura ferroviaria que permita el transporte eficiente de contenedores
Metas	Permitir el transporte de contenedores apilados, particularmente hacia y desde el puerto de San Antonio
Estrategia específica	Aumentar el gálibo vertical de la vía férrea en el ramal Alameda Barrancas

### Descripción de la acción

Objetivo: Aumentar el gálibo vertical de la vía para permitir el transporte de contenedores apilados
Etapas: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudiar los puntos restrictivos en la vía férrea</li> <li>2. Proponer proyectos de aumento del gálibo vertical en los puntos restrictivos</li> <li>3. Incluir los proyectos en los planes de corto plazo (Plan Trienal)</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>El transporte moderno de contenedores se efectúa en Norteamérica en vagones de plataforma baja, de manera de permitir el transporte de contenedores apilados (double stacking, ver punto 4.1.4.2 de este estudio).</p> <p>En la red de EFE esto no es factible porque los gálibos verticales de la infraestructura no lo permite, tanto por las obras de arte (puentes de plataforma inferior, pasos viales superiores, etc.) como por las catenarias del sistema electrificado.</p> <p>EFE ha estudiado el caso del ramal Alameda San Antonio, pero no ha tomado acción alguna para aumentar los gálibos verticales pese a que el ramal no está electrificado.</p>
--

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Conducir un proyecto de mejoramiento de la eficiencia de transporte de contenedores del puerto de San Antonio, en carácter de Plan Piloto
EFE	Formular proyectos específicos para aumentar los gálibos verticales en el ramal Alameda Barrancas
MTT/EFE	Incluir los proyectos en los planes de corto plazo (Plan Trienal)

## UTILIZACIÓN DE VEHÍCULOS MIXTOS RIEL-CARRETERA (13.3.4)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Aumentar la eficiencia en la operación en el transporte ferroviario intermodal
Producto esperado	Utilización de vehículos mixtos riel-carretera en el transporte de carga
Metas	Minimizar los costos de transporte intermodal mediante la utilización de vehículos riel-carretera
Estrategia específica	Participación de EFE en los estudios que efectúan privados para analizar la factibilidad técnico-económica de utilizar estos vehículos

### Descripción de la acción

Objetivo	Evaluar la conveniencia de utilizar vehículos mixtos riel-carretera en el transporte de carga y determinar las condiciones que debe cumplir la infraestructura ferroviaria
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Participar en los estudios efectuados por los porteadores</li> <li>2. Determinar los requerimientos sobre la infraestructura para la circulación segura de los vehículos riel-carretera</li> <li>3. Evaluar los costos de infraestructura de dichos requerimientos</li> </ol>

### Justificación de la acción

El porteador FEPASA está desarrollando un estudio para evaluar la conveniencia de utilizar vehículos riel-carretera (RoadRailer) en el transporte de carga intermodal. Se recomienda la participación de EFE en estos estudios para para considerar adecuadamente los requerimientos de la infraestructura en una eventual utilización de este sistema
--

### Responsables

Institución	Responsabilidad
EFE	Participar en los estudios de evaluación de utilizar vehículos mixtos riel-carretera
EFE	Determinar los requerimientos de infraestructura para utilizar estos vehículos
EFE	Evaluar los costos de infraestructura y eventualmente efectuar las inversiones requeridas

## FÓRMULAS INSTITUCIONALES PARA INVERSIONES EN FERROCARRILES (13.4.2)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Generar condiciones de equidad en la competencia entre modos
Producto esperado	Las inversiones en infraestructura de uso público que hace el Estado se deciden y ejecutan con enfoque multimodal y maximizando su rentabilidad social
Metas	Incorporar la visión multimodal al sistema de inversión pública
Estrategia específica	Desarrollo de institucionalidad apropiada para identificar y evaluar proyectos ferroviarios con inversión pública (MTT, MOP, MIDEPLAN)

### Descripción de la acción

Objetivo	Establecer mecanismos legales y administrativos que permitan al Estado financiar total o parcialmente la ejecución de proyectos ferroviarios de interés social
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer una política explícita sobre el apoyo del Estado a las inversiones que, pudiendo ser socialmente rentables, no resulten privadamente rentables</li> <li>2. Estudiar la utilización de los actuales mecanismos</li> <li>3. Estudiar el establecimiento de nuevos mecanismos</li> <li>4. Proponer los cambios legales y reglamentarios que se requiera</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>El Estado tiene mecanismos para financiar y ejecutar proyectos ferroviarios socialmente rentables y mediante ellos ha efectuado diversos proyectos concentrados en EFE. Sin embargo, y debido a la diferencia entre la rentabilidad social y la privada, hay una serie de proyectos que tienen rentabilidad social pero que no alcanzan rentabilidad privada y por lo tanto no son realizados por los privados. Es socialmente conveniente ejecutar estos proyectos, pero los mecanismos existentes para incorporar recursos fiscales en proyectos privados son escasos e inadecuados. Debe establecerse mecanismos que permitan al Estado posibilitar la ejecución por parte de agentes privados de proyectos ferroviarios socialmente rentables que no alcanzan rentabilidad privada. Estos mecanismos se refieren usualmente a inversiones en infraestructura, pero podrían también aplicarse a otras inversiones</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Proponer y establecer una política de inversión estatal en proyectos con rentabilidad social pero sin rentabilidad privada
MTT	Estudiar los mecanismos más adecuados para efectuar las inversiones estatales en los referidos proyectos, incluso condicionantes y salvaguardas
MIDEPLAN	Evaluar y/o revisar las evaluaciones sociales y privadas presentadas para financiamiento conjunto

## GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS FERROVIARIOS (13.4.3)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Mejorar la rentabilidad de los proyectos ferroviarios financiados con fondos públicos
Producto esperado	Las inversiones en infraestructura de uso público que hace el Estado corresponden a proyectos de clara rentabilidad social
Metas	Contar con un procedimiento eficiente para la generación y evaluación de los proyectos ferroviarios
Estrategia específica	Desarrollo de institucionalidad apropiada para identificar y evaluar proyectos ferroviarios con inversión pública (MTT, MIDEPLAN)

### Descripción de la acción

Objetivo	Establecer un procedimiento que independice a EFE de la generación y evaluación de los proyectos financiados con fondos públicos
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer un procedimiento para la generación de los proyectos ferroviarios</li> <li>2. Establecer reglas claras para la evaluación de estos proyectos</li> <li>3. Proponer los cambios legales y reglamentarios que se requiera</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>Hasta principios de la década del '60 los proyectos ferroviarios estaban radicados en la Dirección de Obras Ferroviarias (DOF) del Ministerio de Obras Públicas. Los proyectos eran estudiados y construidos en la DOF y entregados a EFE para su explotación. Ante la aguda disminución de inversiones estatales en ferrocarriles, la DOF fue suprimida y su personal y archivos traspasados a EFE. El incremento de inversiones ferroviarias registrado en los últimos años y la naturaleza y especialmente los resultados de los proyectos ejecutados, hacen necesario revisar esta política. En el caso de los proyectos que tienen por objetivo habilitar un acceso ferroviario a generadores de carga, la evaluación debería ser especialmente estricta y la implementación del proyecto debería estar condicionada a la existencia de un contrato o compromiso de transporte a mediano o largo plazo que garantice los volúmenes de transporte que hacen viable el proyecto</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Proponer y establecer una política de inversión estatal en proyectos con rentabilidad social
MTT	Estudiar los mecanismos más adecuados para generar y evaluar las inversiones estatales en los referidos proyectos
MIDEPLAN	Evaluar y/o revisar las evaluaciones sociales y privadas presentadas para financiamiento conjunto

## MEJORAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE LA INFRAESTRUCTURA DE EFE (13.4.4)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Eficiencia económica en el transporte de carga
Objetivo estratégico	Aumentar la eficiencia en el transporte ferroviario de carga
Producto esperado	La red de EFE tiene estándares técnicos compatibles con los requerimientos del transporte moderno de carga por ferrocarril
Metas	Definir las restricciones en la infraestructura de EFE para el transporte de carga al año 2012. Generar programa de inversiones para superar las restricciones identificadas
Estrategia específica	Aumento de la capacidad de soporte de la vía férrea (enrielladura y puentes); aumento de la longitud de desvíos; aumento de la capacidad de tráfico en los sectores congestionados

### Descripción de la acción

Objetivo	Reducir o eliminar las restricciones de capacidad de la infraestructura de EFE para el transporte de carga
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar las restricciones en la infraestructura de EFE para el transporte de carga</li> <li>2. Formular un plan para la eliminación de las restricciones con programas priorizados</li> <li>3. Incluir los programas de eliminación de restricciones en el Plan Trienal de EFE</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>Las principales restricciones estructurales de la infraestructura ferroviaria actual se refieren a: (a) Falta de capacidad portante de la vía en algunos sectores; (b) Insuficiente longitud de los desvíos para la operación de trenes más largos; (c) Congestión y/o falta de capacidad de la vía férrea en los sectores de servicios de pasajeros. Estos problemas deben resolverse mediante medidas de mejoramiento por incluir en los Planes Trienales</p>
--

### Responsables

Institución	Responsabilidad
EFE	Proponer y establecer una política de mejoramiento de la capacidad de la vía férrea para el transporte de carga entre Valparaíso y Temuco
MTT	Proponer al MTT uno o más Planes Trienales que incluyan los mejoramientos programados
MTT	Analizar las proposiciones, aprobar los programas y monitorear su desarrollo

## FERROCARRIL DE ARICA A LA PAZ (13.4.5a)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Conectividad global
Objetivo estratégico	Mejorar la capacidad de los pasos fronterizos terrestres ferroviarios
Producto esperado	Mayor capacidad de transporte de carga en los pasos fronterizos
Metas	Disminuir el costo de transporte terrestre internacional
Estrategia específica	Habilitación y mejoramiento de infraestructura del Ferrocarril de Arica a La Paz

### Descripción de la acción

Objetivo	Restablecer la conexión ferroviaria a Bolivia por Arica y el correspondiente servicio de transporte
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rehabilitar la vía férrea, abandonada desde 2005 (trabajos en desarrollo)</li> <li>2. Reparar el material rodante del ferrocarril (trabajos autorizados)</li> <li>3. Habilitar instalaciones de mantenimiento de carros y locomotoras</li> <li>4. Delegar en la Empresa Portuaria Arica las facultades necesarias para operar el ferrocarril</li> <li>5. Licitación del mantenimiento de las vías del ferrocarril (contrato similar a los CPIF de EFE)</li> <li>6. Proveer financiamiento permanente para el contrato de mantenimiento de las vías</li> <li>7. Licitación de la operación del ferrocarril considerando un eventual subsidio operacional</li> <li>8. Proveer financiamiento permanente para el contrato de concesión (eventual)</li> <li>9. Supervisar y controlar el desarrollo de los contratos de mantenimiento y de operación (EPA)</li> </ol>

### Justificación de la acción

El Ferrocarril de Arica a La Paz es una obligación del Estado de Chile proveniente del tratado de 1904 con Bolivia. El ferrocarril fue operado por EFE hasta 1997, cuando fue concesionado a una empresa boliviana, la Administradora del Ferrocarril de Arica a La Paz. Por diversas razones, esta empresa quebró en 2005 y el ferrocarril quedó abandonado. En 2010 se iniciaron los trabajos de rehabilitación de la vía férrea por mandato de EFE a EPA. Estos trabajos comprenden solamente las etapas 1 y 2 señaladas arriba, estando pendiente las decisiones para materializar las restantes. El esquema propuesto es el recomendado por un Panel de Expertos contratado por EPA, en el cual participó el experto ferroviario de este Consultor

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MRE	Liderar las gestiones del Gobierno ante las instituciones involucradas
MTT	Efectuar los cambios institucionales para facultar a EPA para desarrollar el plan
MH	Financiar las inversiones iniciales; financiar el contrato de mantenimiento de la vía férrea y eventualmente el contrato de concesión operacional
EPA	Ejecutar el plan propuesto y, en forma permanente, administrar los contratos a que dé lugar la materialización del plan

## FERROCARRIL DE ANTOFAGASTA A SALTA (13.4.5c)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Conectividad global
Objetivo estratégico	Mejorar la capacidad de los pasos fronterizos terrestres ferroviarios
Producto esperado	Mayor capacidad de transporte de carga en los pasos fronterizos
Metas	Disminuir el costo de transporte terrestre internacional
Estrategia específica	Mejoramiento de las condiciones operacionales de la conexión ferroviaria por Socompa

### Descripción de la acción

Objetivo Regularizar y aumentar el volumen de tráfico de la conexión internacional ferroviaria por Socompa
<p>Etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efectuar un diagnóstico de la situación actual de la conexión, enfocado a las causas del deterioro del tráfico en relación con los volúmenes históricos</li> <li>2. Gestionar con los organismos argentinos pertinentes (Ministerio de Transportes, ADIF, SOE) la obtención de definiciones respecto de la operación del ramal C14, que corresponde a la sección argentina de la conexión Antofagasta – Salta</li> <li>3. En caso de comprobarse interés por parte del Gobierno argentino de revitalizar esta conexión, desarrollar un programa conjunto con los Ministerios de Transporte de Chile y Argentina, los operadores ferroviarios involucrados Ferronor, FCAB y SOE, y otras instituciones, tales como Aduanas, que efectúe acciones concretas para regularizar y aumentar el tráfico ferroviario por esta vía</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>La conexión Antofagasta – Salta por Socompa fue construida con la intención de dar salida por el puerto de Antofagasta a la producción del noroeste argentino (NOA). Sin embargo, el tráfico se mantuvo en cifras muy inferiores a las esperadas y actualmente la operación es irregular, después de un largo período de inactividad. Aparentemente la raíz del problema reside en la situación del Ferrocarril Belgrano, que no fue privatizado junto con las restantes 5 líneas ferroviarias argentinas, por falta de interés del sector privado. Actualmente el ferrocarril se mantiene en operación por medio de una Sociedad Operadora de Emergencia (SOE) que lo administra por cuenta del Estado, estando limitada su operación a los fondos que éste asigna anualmente. En el último tiempo, el Gobierno argentino ha emprendido un importante plan de inversiones para rehabilitar el Ferrocarril Belgrano, lo que podría incluir el mencionado ramal C14 y una revitalización de la conexión por Socompa para acceder a los puertos de Antofagasta, Mejillones y eventualmente Iquique</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Efectuar los estudios que permitan diagnosticar la situación y determinar las posibilidades reales de incrementar la carga por esta vía
MRE	Gestionar con el Gobierno argentino la formulación de una política de revitalización del corredor Salta – Antofagasta
MH	Impulsar y coordinar la adopción de medidas concretas

## NORMATIVA DE TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS (13.5.2)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Seguridad para las personas y bienes
Objetivo estratégico	Reducir los impactos ambientales de los sistemas de transporte terrestre
Producto esperado	Mayor seguridad en el transporte de sustancias peligrosas
Metas	Reglamentar la totalidad del transporte de sustancias peligrosas por la Norma BOE-6000
Estrategia específica	Revisión y modificación de las normas nacionales

### Descripción de la acción

Objetivo	Aumentar la seguridad en el transporte terrestre de sustancias peligrosas, de acuerdo con las normas internacionales
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudiar las normas existentes, nacionales e internacionales, para determinar su compatibilidad</li> <li>2. Elaborar nuevas normas cuando las normas nacionales no tengan niveles de seguridad igual o mayor que las normas internacionales</li> <li>3. Fiscalizar el cumplimiento de las normas en todo el país</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>Las normas actuales para el transporte de productos peligrosos por ferrocarril no abarcan la totalidad de ellos y las existentes tienen cierta antigüedad. En Norteamérica, este transporte está regido por la BOE-6000, que se revisa y actualiza periódicamente. Esta norma ha sido tomada como base por el INN en algunos transportes</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Conducir un proceso de revisión de las normas para el transporte de sustancias peligrosas
INN	Efectuar los estudios y proponer las nuevas normas
MTT	Fiscalizar el cumplimiento de las normas en todo el país

## FISCALIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS (13.5.3)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Seguridad para las personas y bienes
Objetivo estratégico	Mejorar las condiciones de seguridad del transporte de sustancias peligrosas
Producto esperado	Mayor seguridad en el transporte de sustancias peligrosas
Metas	Fiscalizar en forma sistemática el transporte ferroviario de sustancias peligrosas
Estrategia específica	Creación de un organismo especializado en el MTT

### Descripción de la acción

Objetivo	Aumentar la seguridad en el transporte ferroviario de sustancias peligrosas, de acuerdo con las normas internacionales
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear un organismo fiscalizador especializado en el MTT</li> <li>2. Fiscalizar el cumplimiento de las normas en los ferrocarriles chilenos</li> <li>3. Fiscalizar estrictamente el cumplimiento de las normas en los caminos</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>Las normas de seguridad y técnicas del transporte de productos peligrosos se cumplen en forma relativa, ya que no existe una fiscalización sistemática. En relación con los transportes efectuados en líneas de EFE, los controles de EFE del equipo rodante de sus portadores es sólo eventual, mientras que en el resto del país, prácticamente no existe</p>
--

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Crear un organismo fiscalizador especializado para el transporte de sustancias peligrosas
MTT	Fiscalizar el cumplimiento de las normas en los ferrocarriles
MTT	Fiscalizar en forma estricta el cumplimiento de las normas en los caminos

## LIMITACIÓN DEL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS (13.5.4)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Seguridad para las personas y bienes
Objetivo estratégico	Mejorar las condiciones de seguridad del transporte de sustancias peligrosas
Producto esperado	Mayor seguridad en el transporte de sustancias peligrosas
Metas	Transporte mayoritario de productos peligrosos por ferrocarril
Estrategia específica	Aumento las restricciones al transporte por carretera de productos peligrosos

### Descripción de la acción

Objetivo	Desplazar transporte de productos peligrosos de la carretera al ferrocarril
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar los actuales transportes de productos peligrosos por carretera, para determinar cuáles de ellos podrían ser efectuados por ferrocarril.</li> <li>2. Proponer ordenanzas de implementación gradual para dificultar o prohibir el transporte de productos peligrosos por carretera en aquellos transportes que es factible hacer por ferrocarril.</li> <li>3. Proponer modalidades de transporte de productos peligrosos que faciliten la intermodalidad (contenedores-estanque) para aquellos casos en que el recorrido por ferrocarril sea mayoritario.</li> <li>4. Establecer los casos y procedimientos en que el transporte pueda hacerse por carretera</li> </ol>

### Justificación de la acción

<p>Las normas técnicas y de seguridad del transporte de productos peligrosos por ferrocarril son mucho más estrictas que las de la carretera y por lo tanto proveen mayor seguridad. Sin embargo, hay importantes flujos carreteros de productos peligrosos (ácido sulfúrico, gas natural, otros), que es deseable traspasar al ferrocarril de manera de disminuir los riesgos de la carretera y la congestión que estos vehículos producen</p>
---

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Estudiar y proponer medidas para limitar el transporte de productos peligrosos por carretera
Carabineros	Fiscalizar el cumplimiento de las normas

## MODERNIZACIÓN DEL EQUIPO TRACTOR DE LOS FERROCARRILES (13.6.2)

### Identificación de la acción

Objetivo global	Sustentabilidad ambiental
Objetivo estratégico	Reducir los impactos ambientales del sistemas de transporte ferroviario
Producto esperado	Se emite una menor cantidad de contaminantes en transporte ferroviario
Metas	Alcanzar el estándar de emisiones TIER 3 (Ferrocarriles) hacia 2020
Estrategia específica	Modernizar el equipo ferroviario tractor

### Descripción de la acción

Objetivo	Disminuir las emisiones de las locomotoras diesel de los ferrocarriles
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar un plan de estímulos para renovar el parque de locomotoras diesel (principalmente privado) en forma gradual</li> <li>2. Fijar metas realistas para alcanzar los estándares internacionales en los ferrocarriles públicos y privados</li> </ol>

### Justificación de la acción

El parque de locomotoras diesel de los ferrocarriles chilenos es de gran antigüedad; la edad promedio de las locomotoras es superior a 30 años y hay máquinas en servicio hasta de 60 años. Esta situación se ve perpetuada por la práctica de las empresas ferroviarias de adquirir locomotoras reconstruidas, que fueron fabricadas hace 20 años o más. La causa principal de esta práctica es el menor precio inicial de estas máquinas, que pesa fuertemente en la evaluación económica de la adquisición, habitualmente hechas en plazos cortos y altas tasas de descuento.

Sin embargo, las locomotoras modernas no sólo tienen emisiones mucho menores, sino costos de operación y mantenimiento muy inferiores, por lo que la modernización del parque es deseable desde el punto de vista social y privado considerando el largo plazo.

Por todo lo anterior, se considera conveniente establecer estímulos económicos para la adquisición de locomotoras más modernas, unido a plazos racionales para el reemplazo paulatino de las unidades más antiguas

### Responsables

Institución	Responsabilidad
MTT	Diseñar y proponer un plan de estímulo para la renovación del parque nacional de locomotoras diesel
MTT	Diseñar un programa de reemplazo gradual y forzoso de las locomotoras más antiguas
MTT	Conducir el programa y fiscalizar su cumplimiento

## 15. Taller

Fecha de realización: Agosto 2011

Invitados:

- |     |                     |          |
|-----|---------------------|----------|
| 1.  | Mauricio Casanova   | MTT      |
| 2.  | Gabriel Araneda     | MTT      |
| 3.  | Alfredo Vega        | MTT      |
| 4.  | Cristian López      | MTT      |
| 5.  | Roberto Riveros     | MOP      |
| 6.  | Patricio de Jourdan | Sectra   |
| 7.  | Pablo Manterola     | Sectra   |
| 8.  | Angelo Cherubini    | Sectra   |
| 9.  | Javier Auszenker    | Mideplan |
| 10. | Violeta Paredes     | MTT      |
| 11. | Juan Esteban Doña   | MTT      |

Asistentes:

- |    |                   |          |
|----|-------------------|----------|
| 1. | Mauricio Casanova | MTT      |
| 2. | Gabriel Araneda   | MTT      |
| 3. | Cristian López    | MTT      |
| 4. | Pablo Manterola   | Sectra   |
| 5. | Angelo Cherubini  | Sectra   |
| 6. | Javier Auszenker  | Mideplan |
| 7. | Violeta Paredes   | MTT      |

Por los Consultores:

1. Sergio González
2. Jorge Champin
3. Felipe Masjuán

Temas analizados:

- Interoperatividad en la zona Norte y Red de EFE
- Intermodalidad en la zona Norte y Red de EFE
- Accesibilidad en la Red de EFE
- Experiencias extranjeras
- Proposiciones de Líneas de Acción contenidas en las fichas correspondientes

Las conclusiones del taller fueron incorporadas en el texto del estudio y las fichas pertenecientes a las Líneas de Acción modificadas de acuerdo con éstas.

## 16. Bibliografía

AAR. Manual of Standards and Recommended Practices.

ANTF (2010). “Balanco do transporte ferroviário de cargas – 2009”.

ANTF (2010b). A importancia das ferrovias para o futuro del país. Exposición dentro de “IV Brasil nos trilhos”.

ANTT(2010), consultado en línea en noviembre de 2010  
(<http://www.antt.gov.br/concessaofer/apresentacaofer.asp>)

AREMA. Manual for Railway Engineering.

Banco Mundial (2006). Brazil Railway Concessiones Database. Accesado en línea  
[http://siteresources.worldbank.org/INTRAILWAYS/Resources/514687-1185225337872/Brazil\\_Concessions.XLS](http://siteresources.worldbank.org/INTRAILWAYS/Resources/514687-1185225337872/Brazil_Concessions.XLS)

Bombardier (2005). “Locomotive Interoperability in Europe: The Bombardier Experience”. Brussels, july 8th, 2005.

Casas, C. (2009). “Intermodalitat de xarxes i sistemes de transport”. Universitat Politècnica de Catalunya.

CEPAL (1997). Un análisis preliminar de los beneficios por externalidades del transporte ferroviario de pasajeros en Chile.

Dirección de Planeamiento del MOP (2009). Estudio Estratégico Nacional de Accesibilidad y Logística Portuaria: Impacto en la Competitividad, el Uso de Suelo y en la Calidad de Vida Urbana.

EFE, varios años. Anuarios Estadísticos.

EFE, varios años. Memorias Anuales.

Empresa de los Ferrocarriles del Estado (2008). Optimización de la cadena logística de transporte ferroviario de carga, Región del Bío-Bío.

Empresa de los Ferrocarriles del Estado (2008b). Optimización de la cadena logística de transporte ferroviario de carga, Región de Valparaíso.

Empresa de los Ferrocarriles del Estado (2009). Estudio de evaluación social servicio transporte de carga.

Empresa de los Ferrocarriles del Estado (2009b). Optimización de la cadena logística de contenedores.

Eurostat (2010). Accesado en línea  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

Gevert, Theodor A. (2005). Re-gauging offers a cost-effective fleet upgrade: metre-gauge railways in Brazil are adopting an innovative approach to providing new heavy-haul traction. *International Railway Journal*, July, 2005.

Himola, O. & Szekely, B. (2006). Deregulation of railroads and future development scenarios in Europe - literature analysis of privatization process taken place in US, UK and Sweden. Lappeenranta University of Technology, Research Report 169.

IIRSA (2009). Planificación Territorial Indicativa. Cartera de Proyectos IIRSA 2009.

MIDEPLAN-SECTRA (2010). Análisis y Desarrollo Metodología Evaluación Ferroviaria.

MIDEPLAN-SECTRA (2011). Análisis y Estimación de la Demanda de Carga Interurbana.

Ministerio de Fomento (). "La aportación del transporte por carretera a la intermodalidad". Capítulo 1: El lenguaje del transporte intermodal. Vocabulario ilustrado.

Nash, C. & Rivera-Trujillo, C. (2004). Rail regulatory reform in Europe – principles and practice. Paper presented at the Conference on Competition in the rail industry, Madrid, Sep 2004.

SDG (2009). "Ex-post evaluation of cohesion policy programmes 2000-2006. Work Package 5A: Transport". First intermediate report. Preparado para la European Commission, Directorate General for Regional Policy, Evaluation Unit.

Sharp, R. (2005). Resultados de la privatización de ferrocarriles en América Latina. *Transport Papers*, TP-6, September 2005, The World Bank Group.

Subsecretaría de transportes del MTT (2008). Diagnóstico del Modo de Transporte Ferroviario.

Subsecretaría de transportes del MTT (2009). Análisis Económico del Transporte de Carga Nacional.