

Levantamiento Catastro y Valoración del Patrimonio de Infraestructura de Chile: Valorización

Informe Final

JORGE QUIROZ C
CONSULTORES ASOCIADOS

Diciembre de 2001

Trabajo realizado a solicitud de la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas.

Errores y omisiones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Dir.: Monjitas 392 of. 2101
Fono: (56-2) 639-9012
Fax: (56-2) 639-9037
e-mail: [jqquiroz@jqconsultores.cl](mailto:jquiroz@jqconsultores.cl)

Santiago-Chile

	Contenidos
1. Introducción	
2. Valoración Obras Hidráulicas	3
2.1. Valor de Reposición de Obras Hidráulicas	3
2.2. Valor Marginal de Obras Hidráulicas	16
2.3. Valor Económico de Obras Hidráulicas	26
2.4. Resumen Valoración Obras Hidráulicas	38
3. Valoración de Obras de Agua Potable Rural (APR)	39
3.1. Valor de Reposición de APR	39
3.2. Valor Marginal de APR	41
3.3. Valor Económico de APR	42
3.4. Resumen Valoración APR	47
4. Valoración Obras Portuarias	48
4.1. Valor de Reposición de Obras Portuarias	48
4.2. Valor Marginal de Obras Portuarias	90
4.3. Valoración Económica	96
4.4. Resumen Valoración Obras Portuarias	97
5. Valoración Obras Viales	99
5.1. Valor de Reposición de Obras Viales	99
5.2. Valor Marginal de Obras Viales	113
5.3. Valor Económico de Obras Viales	121
5.4. Resumen Valoración Obras Viales	132
6. Valoración Obras Aeroportuarias	134
6.1. Valor de Reposición de Obras Aeroportuarias	134
6.2. Valor Marginal de Obras Aeroportuarias	148
6.3. Resumen Valoración Obras Aeroportuarias	
7. Valoración de Obras Ferroviarias	165
7.1. Valor de Reposición de Obras Ferroviarias	165
7.2. Valor Marginal de Obras Ferroviarias	184
7.3. Valor Económico de Obras Ferroviarias	201
7.4. Resumen Valoración Obras Ferroviarias	
8. Valoración Metro	209
8.1. Valor de Reposición Metro	209
8.2. Valor Marginal Metro	216
8.3. Valor Económico Metro	219
8.4. Resumen Valoración Metro	
9. Caletas y Conexiones Insulares	224
9.1. Valor de Reposición de Caletas	224
9.2. Valor de Reposición de Conexiones Insulares	229
10. Resumen Valorización y Ratios	

Anexo 1: Registro de Estaciones de Trenes, EFE.

1. Introducción

El presente documento corresponde al cuarto informe del estudio “Levantamiento Catastro y Valoración del Patrimonio de Infraestructura de Chile” cuyo objetivo principal es catastrar y evaluar la infraestructura pública bajo la influencia del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Más concretamente, el estudio abarca todas las obras bajo la influencia del MOP y del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), ya sea que éstas hayan sido construidas o gestionadas a través del sector público o privado, lo cual incluye la red vial interurbana, red aeroportuaria (troncal y secundaria), puertos, obras de riego (embalses y canales), ferrocarriles, agua potable rural y Metro.

De los tres informes anteriores, los dos primeros estuvieron concentrados en el levantamiento de toda la información disponible para alimentar el catastro y la valorización de la infraestructura. Mientras que el tercer informe estableció los lineamientos metodológicos para valorizar la infraestructura catastrada. Estos lineamientos consideran valorizar la infraestructura a través de tres mediciones distintas: valor de reposición, valor marginal y valor económico social.

El presente informe consiste en implementar las mediciones de valor de reposición, disposición a pagar y valor económico social (la suma del valor marginal más el excedente intramarginal más las externalidades) para cada uno de los sectores en estudio. En términos sintéticos, el valor de reposición consiste en el costo que tendría hoy reponer la infraestructura, la disposición a pagar corresponde a un precio de mercado por la unidad marginal de consumo y el valor económico social corresponde al valor económico propiamente tal.

Por último, en el presente informe se presentan y discuten los valores de los siguientes dos ratios:

- i) El ratio entre el valor económico social y el valor de reposición.
- ii) El ratio entre la disposición a pagar y el valor económico social.

El primer ratio nos da una suerte de “q” de Tobin: el ratio entre el valor económico de un activo y su valor de reposición, que debiera ser por su parte, un argumento de la función de inversión. Mientras que el segundo ratio nos da la relación precio-valor de la infraestructura.

El informe se compone de diez secciones. En la sección siguiente se presenta las tres mediciones para las obras hidráulicas. En la tercera sección , se estima el valor de reposición y económico para las obras de agua potable rural. En la cuarta sección se estima la valoración de reposición y marginal de las obras portuarias, específicamente puertos. La quinta sección aborda la estimación del valor de reposición, valor marginal y valor económico para las obras viales, específicamente caminos pavimentados (concesionados y no concesionados), no pavimentados, puentes y túneles. La sexta sección estima para las obras aeroportuarias un valor de reposición y un valor marginal en los aeropuertos de la red troncal, secundaria y pequeños aeródromos. Las secciones séptima y octava estiman un valor de reposición, valor marginal y valor económico social para las obras asociadas a las empresas Ferrocarriles del Estado y Metro S.A. respectivamente. En la novena sección se estima el valor de reposición de las caletas pesqueras y las conexiones insulares. Finalmente, la sección décima presenta un resumen de resumen de los resultados obtenidos.

2. Valoración de Obras Hidráulicas

2.1 Valor de Reposición de Obras Hidráulicas

La estimación del valor de reposición de los canales y embalses construidos bajo la influencia del MOP presenta las siguientes dificultades: a) muchos de ellos fueron construidos hace bastantes años - el embalse más antiguo data de 1911 (Laguna El Huasco) -, motivo por el cual el monto de las inversiones realizadas al momento de su construcción no es representativo de su *valor de reposición actual* - tan solo basta considerar los enormes cambios ocurridos en las técnicas de construcción durante los últimos años -; y b) los costos de construcción de los canales y embalses presentan *importantes diferencias según las características geológicas y geográficas* de los lugares en los cuales éstos se emplazan – por ejemplo, el coeficiente capacidad de almacenamiento/volumen de la presa en el Embalse Puclaro es 40, mientras que en el caso del Embalse Convento Viejo 1ª Etapa dicho coeficiente es 60 -.

Teniendo en cuenta lo anterior, para las obras construidas antes de 1990, se optó por emplear como referente, para estimar el costo de reposición de todas las obras, el costo promedio de las obras realizadas recientemente – básicamente aquellas que se han construido a partir de 1990 -, lo cual permitiría obtener una estimación del valor de reposición actualizado de los canales y embalses. En relación a la heterogeneidad de las obras, esto se mitiga mediante el uso de una unidad de medida que capture los aspectos más relevantes de los canales y embalses junto con estimar el costo promedio en base a una muestra con características bastante diferentes entre sí y que por ende sea representativa del universo de canales y embalses en Chile.

Finalmente, cabe señalar que para las obras construidas antes de 1990 el valor de reposición se estimó igual a su costo de construcción actualizado según la variación del IPC.

2.1.1. Embalses

En primer lugar, es necesario recordar el gran número de variables climáticas, geográficas, geológicas, y edafológicas inherentes a la hoya hidrográfica en donde se va a construir un embalse, las cuales interactúan marcadamente en las decisiones técnicas del tipo de pretil y obras complementarias del embalse (obras de toma, desagüe vertedero, etc.)¹, lo cual, para los fines del presente estudio, se traduce en que resulta particularmente difícil agregar los diferentes embalses a través de una variable única.

En este sentido, en principio se pensó en emplear como referente el volumen de almacenamiento de agua para extrapolar el valor de reposición para los embalses más antiguos. Sin embargo, el análisis inicial de los indicadores de costo promedio por metro cúbico almacenado indicó una amplia dispersión, lo cual, sugiere que dicho indicador no es el más adecuado para tales fines – diagnóstico que también es compartido por expertos en el tema -². Por tales motivos, se evaluó la utilización de la altura de la presa y el volumen del pretil. En cuanto al volumen, si bien éste eventualmente pudiera reflejar más apropiadamente el costo de construcción de los embalses, éste fue descartado debido a: i) ausencia de información del volumen de la presa para muchos embalses; y ii) existencia de muy pocos datos para estimar el costo promedio por metro cúbico de presa. En consecuencia, *la variable de agregación empleada para los embalses fue la altura de la presa.*

En base a lo anterior, el valor de reposición de los embalses construidos antes de 1990 se midió del siguiente modo:

$$VR \text{ Embalse} = (\text{Costo Promedio por Mt. de Altura}) \times (\text{Altura Presa}) \quad (1)$$

¹ Se mencionan como aspectos técnicos más relevantes en la construcción de un embalse los siguientes: tipo de presa (e.g. CFRD), fundación, altura de la presa (altura máxima sobre el lecho del río), cota de coronamiento, largo de coronamiento, ancho de coronamiento, ancho basal del muro, taludes aguas arriba y aguas abajo y volumen de de la presa.

² Principalmente, ejecutivos de las DOH regionales.

Donde:

$VR_{Embalse}$ = Valor de reposición del embalse i .

$Costo\ Promedio\ por\ Mt.\ de\ Altura$ = Coeficiente de costo promedio de los embalses por metro de altura de la presa.

$Altura\ Presa_i$ = Altura de la presa i .

Para la estimación del costo promedio por metro de altura de la presa, se empleó la información de 16 embalses (3 construidos en la década de los noventa, 2 en etapa de ejecución, 1 adjudicado por concesión, 1 en factibilidad-diseño, 5 en etapa de factibilidad y 3 en la etapa de prefactibilidad). Los datos técnicos y de inversión de los embalses ya construidos - Santa Juana, Puclaro y Convento Viejo 1ª Etapa - fueron proporcionados por la DOH Central y DOH Regionales. Para los demás embalses, la información fue obtenida de los estudios de evaluación de las respectivas obras, los cuales en su gran mayoría se encuentran en poder de los Técnicos Fiscales de la DOH Regionales y Central. Por tal motivo, se hace hincapié en lo difícil que ha sido la recopilación de los antecedentes necesarios, y a la vez, estos datos técnicos en su mayoría son preliminares.

En relación a los montos de inversión obtenidos para los diferentes casos, éstos corresponden a los costos totales de la construcción de la obra hidráulica, esto es: obras de captación, derivación, entrega de riego, descarga, presa, fundaciones, válvulas de seguridad, variantes de caminos, líneas eléctricas, férreas, movimientos de tierra, expropiaciones, etc.

En base a lo anterior, tal como se muestra en el Cuadro 2.1, el costo promedio de los embalses asciende a \$ 452.700 por metro de altura de la presa. Empleando este costo promedio para los embalses construidos previo a 1990 más la inversión realizada en los embalses construidos después de 1990, tal como se detalla en el Cuadro 2.2, se obtuvo un *valor de reposición de los embalses de \$ 558 mil millones o equivalentemente US\$ 906 millones³*.

A modo de cotejar dicha estimación, cabe señalar que según Arellano y Braun (1999)⁴ el valor de reposición de los embalses ascendería a US\$ 1.123 millones, cifra superior en casi un 20% a nuestra estimación. Sin embargo, nuestra estimación es por lejos bastante más sólida y confiable a la de Arellano y Braun (1999). Esto, por cuanto en dicho estudio la muestra para estimar el costo promedio se compone de tan sólo 1 embalse – Embalse Puclaro – y, adicionalmente, el valor de inversión estimado para esta obra fue de US\$ 70 millones, valor que según los datos de la DOH Metropolitana fue de tan sólo US\$ 36,4 millones.

Cuadro 2.1
Base de Datos de Embalses
Datos Técnicos y de Inversión
(En pesos de Junio del 2001)

Obra	Año	Región	Inversión MM\$	Volumen millones m ³	Sup. Beneficiada ha	Altura Muro m	Inv./Altura Muro \$ millones
Operación							
Santa Juana	1995	III	20.829	170	10.000	113,4	184
Puclaro	1999	IV	22.395	200	20.700	83,0	270
Convento Viejo 1ª Etapa ⁽¹⁾	1994	VI	7.585	27	26.500	16,3	460
Ejecución							
Corrales ⁽²⁾	-	IV	18.881	50	10.000	76,0	248
Diguillín ⁽⁶⁾	-	VIII	23.318	85	63.300	75,0	311
Adjudicado por Concesión							
El Bato (Illapel)	En concesión	IV	22.817	26	3.514	70,0	326
Diseño							
Chacerrillas	-	V	14.553	27	7.089	120,0	121
Factibilidad-Diseño							
Ancoa Alternativa 1 ⁽⁶⁾	-	VII	39.838	296	36.450	92,0	433
Factibilidad							
Embalse Catemu ⁽³⁾	-	V	83.065	250	63.000	80,0	1.038
Puntilla del Viento ⁽⁵⁾	-	V	64.935	100	55.000	110,0	590
Sistema Purén-Lumaco ⁽⁷⁾	-	IX	22.725	35	5.701	47,0	484
Sistema Riego Longavi ⁽⁴⁾	-	VII	44.432	360	47.000	175,0	254
Punilla ⁽⁵⁾	-	VIII	123.519	650	66.000	120,0	1.029
Prefactibilidad							
Alicahue	-	V	11.100	20	2.750	40,0	278
Callihue ⁽⁸⁾	-	VI	33.825	285	15.000	35,5	953
Los Coipos ⁽⁹⁾	-	VI-VII	6.601	90	3.000	25,0	264
Promedio							452,7
Notas:							
⁽¹⁾ Según DOH VI Región (Comunicación Personal Sr. Luis Jara, Jefe Unidad Técnica DOH VI Región). Este embalse ha tenido problemas en el llenado que serán solucionados con el proyecto Embalse Convento Viejo 2ª Etapa.							
⁽²⁾ Comunicación Personal Sr. Eduardo Acevedo, Ingeniero Coordinador Proyecto Corrales DOH Metropolitana.							
⁽³⁾ Fuentes: "Embalse de Regulación para el río Aconcagua, Estudio de Factibilidad y Diseño", EDIC Ing. Ltda. Tomo 5 (1999); Etapa 15 (2001) y "Estudio a Nivel de Diagnóstico del Proyecto Aconcagua V Región", EDIC Ing. Ltda. (1995) y Comunicación Personal Sr. Jorge Domínguez, Departamento de Estudios DOH Región Metropolitana.							
⁽⁴⁾ A la fecha se han evaluado tres posibles escenarios en el diseño y factibilidad del embalse. Fuente: "Construcción Embalse Ancoa VII Región, Factibilidad" Informe Final, AC Ingenieros Consultores (2001) y Comunicación Personal Sr. Alvaro Gómez, Ingeniero Civil Inspector Fiscal DOH VII Región.							
⁽⁵⁾ Fuente: "Ficha Prediagnóstico Programa de Fortalecimiento"/EDIC Ing. Ltda. y comunicación personal Sr. Alvaro Gómez, Ingeniero Civil Inspector Fiscal Proyectos Longavi y Ancoa. DOH VII Región.							
⁽⁶⁾ Fuente: "Minuta Ejecutiva-Inspección Fiscal Construcción" (15/02/2001) y comunicación personal Sr. Raúl Uribe, Inspector Fiscal DOH, 2001.							
⁽⁷⁾ Fuente: Comunicación Personal Sr. Rafael Vallebona, Inspector Fiscal DOH, 2001.							
⁽⁸⁾ Fuente: "Construcción Embalse Callihue del Valle de Nilahue y sus Obras Complementarias. Resumen Ejecutivo". Consorcio Embalse Callihue Ingeniería Ltda., Junio 1999 y Comunicación Personal Sr. Jorge Domínguez, Departamento de Estudios DOH Región Metropolitana.							
⁽⁹⁾ Fuente: "Estudio de Factibilidad y Anteproyecto Embalse Los Coipos Valle de Nilahue. Informe Final. MN Ingenieros Ltda., 1992.							

³ Tipo de cambio utilizado es de \$ 616,07 por dólar.

⁴ Arellano M. y M. Braun. "Stock de Recursos de la Economía Chilena". *Cuadernos de Economía*, Año 36 N° 107, pp. 639-684 (Abril de 1999).

Cuadro 2.2
Valor de Reposición Embalses
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Región	Nombre	Capacidad (mill m ³)	Superficie Beneficiada (ha)	Altura de Muro (m)	Volumen Presa (mill. m ³)	Valor de Reposición	
						MM\$ ⁽¹⁾	MMUS\$ ⁽²⁾
I	Laguna Cotacotani	21,18	2.300	5,2	190.000	2.354	3,8
	Caritaya	42,00	650	38,5	s.i.	17.427	28,3
II	Conchi	22,00	1.500	66,0	550.000	29.875	48,5
III	Lautaro	27,35	9.890	30,0	s.i.	13.580	22,0
	Santa Juana*	170,00	10.000	113,4	2.700.000	20.829	33,8
	Lagunas del Huasco (2)	14,00	1.000	15,0	1.000	6.790	11,0
IV	La Laguna	40,00	24.000	41,0	580.000	18.559	30,1
	Puclaro*	200,00	20.700	83,0	4.800.000	22.395	36,4
	Cogotí	138,00	13.080	83,0	774.000	37.570	61,0
	Paloma	755,00	54.500	96,0	7.350.000	43.455	70,5
	Recoleta	97,00	14.830	47,0	1.450.000	21.275	34,5
	Corrales*	50,00	10.090	69,0	317.000	18.881	30,6
	Culimo	10,00	1.400	38,0	1.500.000	17.201	27,9
V	Liu-Liu	2,28	370	20,0	220.000	9.053	14,7
	Los Aromos	35,00	400	43,0	774.000	19.464	31,6
	Pitama	2,00	400	16,5	254.000	7.469	12,1
	Lo Orozco	5,52	800	15,5	380.000	7.016	11,4
	Lo Ovalle	13,53	1.600	13,0	1.500.000	5.885	9,6
	Perales de Tapihue	11,46	800	14,5	870.000	6.564	10,7
	Purísima	2,35	400	19,5	105.000	8.827	14,3
	Cerrillos de Leyda	3,41	400	18,5	50.000	8.374	13,6
VI	Lolol	6,39	600	29,5	257.000	13.353	21,7
	Convento Viejo (1ª Etapa)*	27,34	27.430	16,5	450.000	7.585	12,3
	Los Cristales	8,70	7.800	31,0	263.000	14.032	22,8
VII	El Planchón	73,00	55.000	15,0	80.000	6.790	11,0
	Laguna del Maule	1.420,00	200.000	40,0	560.000	18.106	29,4
	Digua	220,00	36.960	89,0	3.500.000	40.286	65,4
	Bullileo	60,00	32.400	70,0	1.400.000	31.686	51,4
	Tutuvén	13,00	2.160	32,0	700.000	14.485	23,5
VIII	Coihueco	29,00	4.230	31,0	s.i.	14.032	22,8
	Laguna del Laja	5.588,00	90.000	10,0	s.i.	4.527	7,3
IX	Huelehueico	5,20	600	14,5	37.000	6.564	10,7
RM	El Yeso	255,50	120.000	61,0	1.600.000	27.612	44,8
	Rungue	2,02	600	21,0	95.000	9.506	15,4
	Huechún	13,60	3.000	15,0	s.i.	6.790	11,0
Total						558.197	906,1

Nota:
⁽¹⁾ Valor en pesos de Junio del 2001.
⁽²⁾ Valor en dólares de Junio del 2001 (\$616.07/US\$).
* Valores reales de construcción según DOH Central y DOH Regionales.
Fuente: Elaboración propia en base al Cuadro 2.1.

Un análisis en mayor profundidad de los valores de reposición obtenidos para cada embalse y su red de canales de distribución en las diferentes cuencas hidrográficas a nivel nacional se presenta en el Cuadro 2.3 y Gráfico 2.1. En dicho gráfico se detalla el costo de implementación de una hectárea de riego según los valores de reposición calculados para cada una de las diferentes cuencas analizadas.

Al respecto, cabe resaltar los bajos costos unitarios por hectárea bajo riego obtenida en los embalses Laja (US\$ 1.005/ha) y del Maule (US\$ 2.190/ha), ambos embalses naturales que han sido mejorados con un pretil artificial.

En el otro extremo del gráfico se ubica el embalse Conchi, obra con una pequeña superficie bajo riego -1.500 hectáreas-, no obstante una presa de 66 m de altura lo que significa costos de puesta en riego de un hectárea superiores a los US\$ 30.000. Sin embargo, esta fuerte inversión puede ser justificada por el hecho que esta obra además de ser destinada para regadío también es utilizada para consumo de agua potable y para uso en la minería.

Finalmente, a modo de norma, se resaltan dos aspectos:

- i) Los embalses ubicados en la zona norte poseen costos unitarios por hectárea bajo riego superiores a los de la zona sur. Este punto está referido a que en la zona norte los suelos pueden ser dedicados a cultivos con mayores rentabilidades por hectárea, - e.g. frutales primores de exportación -. Además, debido a las condiciones pluviométricas de la zona sur, los embalses ubicados en esta zona no necesitan almacenar grandes volúmenes de agua para regar una superficie determinada, ya que las constantes lluvias permiten una recuperación rápida del nivel del embalse una vez que se va utilizando.
- ii) Se presenta una economía de escala entre el tamaño del embalse y la superficie beneficiada bajo riego, debido a que embalses de mayor capacidad de almacenaje -

e.g. Laja, Maule y Sistema Paloma-Recoleta-, poseen costos unitarios por hectárea marcadamente inferiores al resto.

Cuadro 2.3
Valor de Reposición según Río, Cuenca o Valle y
Costo de Implementación de un Hectárea de Riego
según Río, Cuenca o Valle

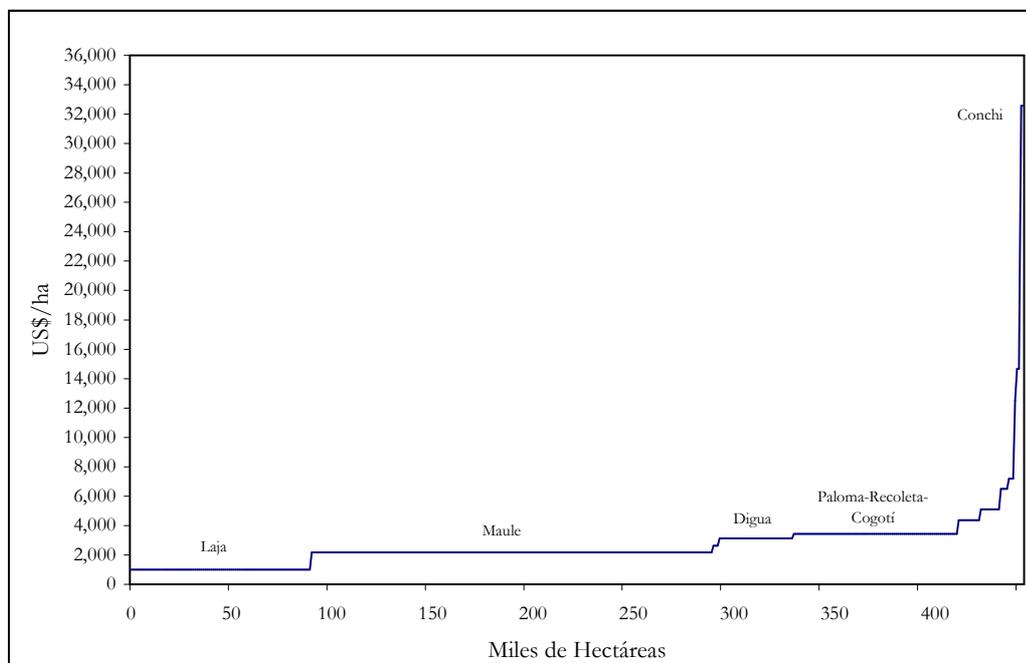
Región	Ubicación (Valle)	Embalse/Canal	Superficie Beneficiada hectáreas	Valor Reposición MMUS\$ ⁽¹⁾	VR/ha (US\$/ha)	
I	Río Lauca/Altiplano	Laguna Cotacotani	2.620	3,82		
		Canal Lauca		3,02		
	Total			6,84	2.611	
II	Río Loa	Embalse Conchi	1.500	48,50		
		Canal Calama		0,15		
		Quillagua		0,20		
	Total			48,85	32.567	
III	Río Copiapó	Embalse Lautaro	1.500	22,00		
		Canal Mal Paso		1,53		
	Total			23,53	15.687	
III	Río Huasco	Embalse Santa Juana	10.000	33,80		
		Lagunas del Huasco	1.000	11,00		
		Canal San Félix		0,44		
	Total			45,24	4.113	
IV	Río Limari	Embalse Paloma	54.400	70,50		
		Embalse Recoleta	14.830	34,50		
		Embalse Cogotí	13.080	61,00		
		Canal Matriz Cogotí		43,98		
		Canal Matriz Paloma		11,00		
		Canal Derivado Recoleta		25,52		
		Canal Alimentador Recoleta		21,99		
		Mejoramiento Canal Villalón		10,42		
		Canal Camarico		4,56		
			Total			
IV	Río Choapa	Embalse Corrales	10.090	30,60		
		Canal Buzeta		13,60		
	Total			44,20	4.381	
VII	Río Maule	Laguna del Maule	200.000	29,40		
		Sistema Canal Maule Norte		321,19		
		Sistema Canal Maule Sur		70,32		
		Canal Gatica		2,83		
		Canal Melozal		14,28		
	Total			438,02	2.190	
VII	Río Perquillauquén	Embalse Digua	36.960	65,40		
		Canal Digua		48,18		
		Canal Perquillauquén-Niquen		2,54		
	Total			116,12	3.142	
VIII	Río Chillán-Estero Pullamí	Embalse Coihueco	4.230	22,80		
		Canal Coihueco		4,70		
	Total			27,50	6.501	
VIII	Río Laja	Laguna del Laja	90.000	7,30		
		Canal Laja		59,15		
		Canal Antuco		0,24		
		Canal Zanartu		18,67		
		Canal Corco		5,05		
	Total			90,41	1.005	
RM	Estero Rungue	Embalse Rungue	600	15,40		
		Canal Sistema Rungue		0,20		
		Total			15,60	26.000
	Valle Chacabuco	Embalse Huechún	3.000	11,00		
Canal Chacabuco			11,62			
	Total			22,62	7.540	
Valle del Maipo	Embalse El Yeso	Canal Maipo	120.000	44,8		
				637,8		
	Total			682,63	5.689	
	Total			1.845,03		

Nota:

⁽¹⁾ Valor en dólares de Junio del 2001 (\$616.07/US\$).

Fuente: Elaboración propia en base al Catastro de Obras Hidráulicas y Cuadros 2 y 5 de Volumen.

Gráfico 2.1
 Costo Implementación de una Hectárea de Riego
 según Río, Valle o Cuenca
 (US\$/ha)



Fuente: Elaboración Propia.

2.1.2. Canales

La tecnología de construcción de los canales también está condicionada por un gran número de variables de la zona donde se encuentra y de las características que se necesita que tenga la obra - caudal máximo transportable y longitud ⁻⁵. Por consiguiente, éstas variables interactúan marcadamente en las decisiones técnicas del tipo de canal a construir, como por ejemplo tipo de revestimiento, fundaciones, taludes, presencia de obras de arte (bocatoma, marcos partidores, sifones, túneles, etc.).

Sin embargo, atendiendo esencialmente a la disponibilidad de información y a la relevancia de los diferentes factores, se optó por reducir la agregación de los canales según el caudal de agua por kilómetro transportado o sea metros cúbicos de agua por segundo por la longitud del canal. De este modo, el valor de reposición de los canales se estimó del siguiente modo:

$$VR Canal_i = (\text{Costo Promedio } M^3 / \text{Seg} / \text{Km. transportado}) \times (M^3 / \text{Seg.} / \text{Km transportado.}) \quad (2)$$

Un análisis más exhaustivo del tipo de tecnología aplicada en la construcción de la obra y el tipo de material de construcción utilizado pueden ser parámetros más ajustados al momento de la obtención confiable de resultados. No obstante, se presentaron los siguientes inconvenientes en la obtención de los datos: a) el número de canales ha evaluar es de 61 a nivel nacional, b) la información de éstos es restringida, por lo cual habría que haber verificado *in situ* la obra para su análisis, y por ende, un análisis de esta envergadura queda fuera de los términos de referencia del estudio. Todas razones suficientes para la realización del cálculo del valor de reposición como fue mencionado en el párrafo anterior.

Para el caso de este cálculo la base de datos se obtuvo de 14 canales (4 construidos en la década de los noventa, 1 en etapa de construcción, 2 en etapa de prefactibilidad y 7 en etapa de prefactibilidad-diseño). De esta forma, los datos de inversión y técnicos de los canales ya construidos (Pencahue, Sobrante Chicolco, Unificado Putaendo y Cayucupil) son los oficiales entregados por la DOH Central y DOH Regionales. En cambio el resto de la muestra, correspondiente a las obras que están en etapa de evaluación, fueron obtenidos de los estudios iniciales solicitados por el MOP, los cuales en su gran mayoría se encuentran en poder de los Técnicos Fiscales de la DOH Regionales y Central. Cabe resaltar, que éstos datos técnicos en su mayoría son preliminares por lo tanto están sujetos a constantes modificaciones generalmente de

⁵ Las variables más relevantes desde un punto de vista macro son las de carácter geográfico, geológico y edafológicas.

tipo técnico en base a las rentabilidades que van arrojando las diferentes simulaciones del estudio.

En relación a los montos de inversión obtenidos para los diferentes casos, éstos corresponden a los costos totales de la construcción del canal, esto es: obras de captación (bocatoma), obras de arte como sifones, túneles, marcos partidores y redes de canales secundarios y terciarios cuando es el caso, movimientos de tierra, etc.

Así mismo, se buscó una muestra lo más representativa posible de los canales presentes en el catastro, esto es desde canales como obra principal de un sistema de riego (e.g. Penciahue y Faja Maisán) hasta canales matrices independientes.

Finalmente el detalle de los parámetros técnicos y de las inversiones de las obras hidráulicas referidas como base de datos para la posterior valorización se presentan en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4
Base de Datos de Canales
Datos Técnicos y de Inversión
(En pesos de Junio del 2001)

Obra	Año Término	Región	Inversión MM\$	Q m3/s	pp. Beneficiaria ha	Longitud km	Inv/(Long * Q) MM\$
Construidos: 1990-1999							
Pencahue (1)	1995	VII	16.874	12	10.000	30	46,9
Sobrante Chincolco	1995	V	584	2,5	1.800	9,35	25,0
Unificado Putaendo(2)	1996	V	637	5,5	6.000	6,0	19,3
Cayucupil(3)	1998-2000	VIII	1.499	1,9	1.500	29,0	27,2
Prefactibilidad							
Mauco(4)	Etapla Proyecto	V	3.886	4,0	4.000	79,6	12,2
Zamorano(5)	Etapla Proyecto	VI	232	2,0	10.000	2	57,9
En construcción							
Laja-Diguillín (6)	ecución Proyec	VIII	77.810	40	63.000	62	31,4
Prefactibilidad-Diseño							
Sistema de Regadío Faja Maisán(7)	-	X	10.658	7,5	7.000	18	78,9
Canal Victoria Alternativa 1(8)	-	IX	10.043	40	s.i.	16	15,7
Canal Victoria Alternativa 2(8)	-	IX	7.435	20	s.i.	16	23,2
Canal Matriz El Buche(9)	-	VI	248	0,71	s.i.	12	29,1
Canal Matriz Norte(9)	-	VI	820	2,8	s.i.	38	7,7
Canal Matriz Sur(9)	-	VI	3.851	13,36	s.i.	69	4,2
Canales Corrales(10)	-	IV	5.551	4,1	s.i.	36,7	37,3
Promedio							29,7
Nota:							
¹ Este canal matriz es la obra principal del Sistema de Regadío Pencahue, la valorización es para todo el sistema.							
² Obra terminada en 1996 la cual alimenta 6 canales construidos en la década de los ochentas en el Valle de Putaendo.							
³ Costos de construcción más obras de mejoramiento, Comunicación Personal Sr. Marco Retamal Oficina DOH Octava Región.							
⁴ Valor estimado según DOH V Región, Comunicación Personal Sr. Gabriel Ravanal Topógrafo de la entidad.							
⁵ Valor estimado por Departamento de Explotación DOH VI Región, Comunicación Personal Sr. Luis Jara Ingeniero Civil.							
⁶ Comunicación personal Sr. Raul Uribe Inspector Fiscal DOH Región Metropolitana							
⁷ Comunicación Personal Sr. Juan Alberto González, Inspector Fiscal DOH Metropolitana.							
⁸ Estas dos alternativas de construcción son la obra principal del sistema de regadío Victoria-Traigún-Lautaro.							
⁹ Son los tres canales matrices correspondientes al sistema del Embalse Callihue del Valle de Nilahue de la Región VI.							
¹⁰ Corresponde a los siguientes canales: Alimentador, Matriz y Panguencillo.							

De esta forma, al utilizar el promedio del costo de inversión por la longitud y caudal de los canales muestreados detallados en el Cuadro 2.4, se obtiene que el valor de reposición de los canales es de MMUS\$ 1.723 equivalentes a \$ 1.061 mil millones de Junio del 2001 (Cuadro 2.5).

Nuevamente al comparar este resultado con el valor obtenido en el estudio de Arrellano y Braun (1999), se tiene que la cifra obtenida es mayor⁶. La razón, una vez más es referida al hecho que la muestra de donde se extrajeron los datos para la posterior valorización fue de sólo un canal, el Pencahue, lo que reduce la confiabilidad de los resultados obtenidos por ese estudio.

⁶ El valor estimado de costo de reposición fue de MMUS\$ 1.514 para un total de 71 canales.

Cuadro 2.5
Valor de Reposición Canales
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Región	Nombre	Ubicación (Valle)	Longitud (km)	Q m ³ /seg	Superficie Beneficiada (ha)	Valor Reposición MM\$ ⁽¹⁾	Valor Reposición MMUS\$ ⁽²⁾
I	Canal Lauca	Río Lauca/Altiplano	33,0	1,9	2.620	1.863	3,02
	Canal Matriz Azapa	Azapa	44,7	1,2	3.200	1.594	2,59
	Canal Poroma	Quebrada Tarapacá	9,8	0,2	130	58	0,09
	Catiña	Quebrada Tarapacá	4,8	0,4	250	57	0,09
	Canal Pachica	Quebrada Tarapacá	11,0	0,3	200	98	0,16
II	Canal San Pedro de Atacama	Río San Pedro	24,0	1,4	1.700	998	1,62
	Calama	Loa	5,2	0,6	1.000	93	0,15
	Quillagua	Loa	7,0	0,6	200	125	0,20
	Toconao	Qda. Aguas Blancas	45,0	0,6	62	802	1,30
III	Mal Paso	Copiapó	10,6	3,0	1.340	945	1,53
	Unif. Pedregal San Félix	San Félix	15,3	0,6	450	273	0,44
IV	Matriz Cogotí	Limarí	114,0	8,0	2.000	27.097	43,98
	Matriz Paloma	Limarí	28,5	8,0	550	6.774	11,00
	Derivado Recoleta	Limarí	145,0	3,7	9.210	15.725	25,32
	Alimentador Recoleta	Limarí	76,0	6,0	s/i	13.549	21,99
	Mejoramiento Canal Villalón	Limarí	48,0	4,5	5.120	6.418	10,42
	Camarico	Limarí	47,3	2,0	5.590	2.811	4,56
	Buzeta	Choapa	94,0	3	2.020	8.379	13,60
V	Sobrante Chincolco	El Sobrante	9,0	2,5	1.800	669	1,09
	Mauco	Aconcagua	79,6	4,0	4.000	9.460	15,36
	Mejoramiento Canal Putaendo	Putaendo	4,0	5,5	6.050	654	1,06
VI	Cocalán	Cachapoal	25,0	13,0	10.000	9.656	15,67
	Zamorano	Cachapoal	2,0	2,0	2.000	119	0,19
	Tipaume	Cachapoal	9,1	2,0	930	541	0,88
VII	Sistema Canal Maule Norte	Río Maule	152,4	43,7	160.000	197.878	321,19
	Sistema Canal Maule Sur	Río Maule	24,3	60,0	42.600	43.320	70,32
	Melozal	Melozal	37,0	8,0	7.450	8.795	14,28
	Digua	Río Cato	37,0	27,0	24.300	29.682	48,18
	San Rafael	Río Claro	9,0	4,0	3.500	1.070	1,74
	Perquillauquén-Niquen	Niquen	11,7	4,5	2.600	1.564	2,54
	Pencahue	Pencahue	30,0	12,0	11.200	10.696	17,36
	Putagán	Río Putagán	8,3	4,0	4.000	986	1,60
	Melado	Río Melado	23,0	20,0	24.000	13.667	22,18
	Perquillauquén-Cato	Perquillauquén	28,0	4,0	3.000	3.328	5,40
	Gatica	Río Maule	25,5	2,3	1.800	1.743	2,83
VIII	Coihueco	Río Chillán	32,5	3,0	4.230	2.897	4,70
	Duqueco-Cuel	Río Duqueco	34,0	6,5	5.500	6.566	10,66
	Cayucupil	Río Cayucupil	29,0	1,9	1.900	1.637	2,66
	Coreo	Los Angeles	12,7	8,3	3.000	3.113	5,05
	Antuco	Laja	7,0	0,7	400	146	0,24
	Quillailco	Quillailco	7,0	3,5	3.200	728	1,18
	Bío-Bío Norte	Río Bío-Bío	32,7	8,5	5.800	8.258	13,41
	Bío-Bío Sur (I y II Etapa)	Río Bío-Bío	105,0	45,0	36.000	140.389	227,88
	Laja	Laja	29,2	42,0	50.000	36.439	59,15
	Quillón	Itata	26,0	3,5	2.300	2.704	4,39
	Colicheo (Zañartu)	Laja	17,6	22,0	22.600	11.504	18,67
	Duqueco Alto	Duqueco	4,0	1,0	850	119	0,19
	IX	Allipén	Río Allipén	12,5	15,0	22.000	5.571
Perquenco		Río Cautín	14,4	4,2	2.800	1.793	2,91
Truf-Truf		Estero Picunche	7,1	1,0	160	211	0,34
Bío-Bío (III Etapa)		Río Bío-Bío	30,0	8,5	8.800	7.577	12,30
Pillanlelún		Río Cautín	34,1	3,5	3.400	3.546	5,76
Imperial		Río Cautín	32,5	4,5	3.200	4.345	7,05
Quepe		Río Quepe	8,0	6,0	5.000	1.417	2,30
XI	Chile Chico	Geinimení	8,2	0,6	530	146	0,24
	Sistema Rungue	Til-Til	8,1	0,5	600	120	0,20
	Chacabuco	Chacabuco	80,3	3,0	3.000	7.158	11,62
	Colina	Colina	6,9	3,0	2.250	615	1,00
	Maipo	Maipo	250	54,2	120.000	392.950	638
Total						1.061.436	1.723

Nota:
⁽¹⁾ Valor en pesos de Junio del 2001.
⁽²⁾ Valor en dólares de Junio del 2001 (\$616,07/US\$).
Fuente: Elaboración propia en base al Cuadro 2.

2.2. Valor Marginal

La estimación del valor marginal de las obras de riego considera dos características principales: a) la existencia de diferentes mecanismos de cobro por el uso del agua; y b) la existencia de diferentes usos al agua, partiendo por la distinción entre usos consuntivos y no consuntivos. Dentro de los primeros se encuentra el uso para riego y agua potable. Mientras que dentro de los segundos se encuentra el uso para generación eléctrica.

En cuanto a los diferentes mecanismos de cobro, a pesar de entrar en vigencia un código de aguas de aplicación nacional, los mecanismos difieren algo en su aplicación práctica. Un mecanismo corresponde a un pago variable por mtr³ de agua, siendo este esquema característico de los sistemas de riego de la zona norte, particularmente en el sistema interconectado de La Paloma. En tanto que el segundo esquema de cobro, el cual es usado mayoritariamente en la zona centro-sur, corresponde al pago por una sola vez de un derecho de agua para ingresar a la asociación de canalistas que administra el sistema. Estos derechos pueden ser de carácter histórico o bien pueden ser adquiridos en el mercado spot, debiendo los usuarios que ya están en el sistema pagar sólo el costo de mantención, en tanto que el que entra debiera pagar un equivalente a su disposición a pagar por el mtr³ de agua. En este sentido, este tipo de transacción debiera aportar información bastante ilustrativa para la estimación de la disposición a pagar de los usuarios.

En consecuencia, el análisis contemplará los precios efectivamente pagados por el agua o bien por las acciones. En este sentido, se observa que la valoración que se le otorga al agua en ambas zonas difiere bastante entre ellas – situación que se explica básicamente por la escasez relativa del agua -.

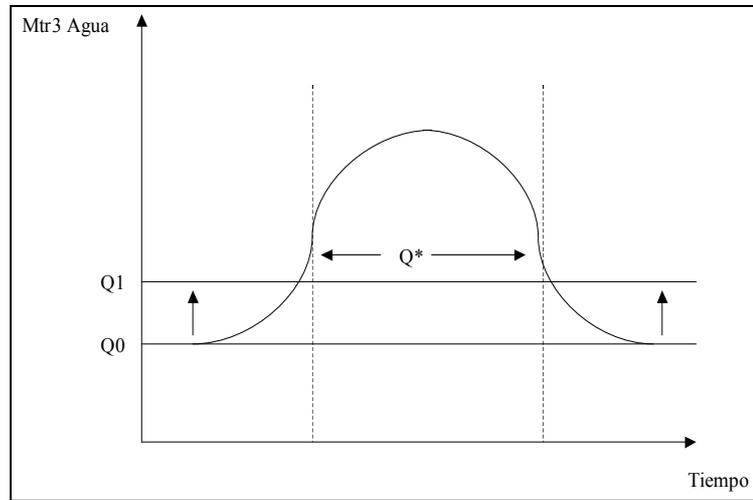
El marco metodológico de valorización propuesto es aquel desarrollado por Quiroz (1999) , el cual, en términos simples, asocia el valor de un embalses y canales de riego a

la capacidad que estas obras tienen para reasignar los flujos hídricos desde períodos de exceso de agua hacia aquellos períodos más deficitarios. En este sentido, en términos generales, el valor marginal de las obras de embalse y riego corresponderá al derecho a pagar por el agua. Este derecho incorpora las expectativas del usuario de poder trasladar agua desde los períodos de exceso a los períodos de déficit hídrico. Es decir, esta forma de medición asocia la disposición a pagar por la infraestructura de embalses y canales a el servicio de “asignación” de los recursos hídricos a través del tiempo.

Habida consideración de lo anterior, el sistema de obras hidráulicas en evaluación se compone de numerosos sistemas compuestos por embalses y canales matrices. Obviamente, contar con la disposición a pagar por el agua para estimar la disposición a pagar para cada uno de los sistemas de riego resulta virtualmente imposible de realizar en un plazo de tiempo razonable. Por este motivo, se estimará la disposición a pagar promedio en base a la información recopilada principalmente en aquellos embalses y canales que constituyen sistemas de riego como por ejemplo el sistema compuesto por los embalses Recoleta; Cogotí y La Paloma más los canales matriz Cogotí; derivado Recoleta; Villalón y Camarico). Esta disposición a pagar promedio se estimará en términos del número de acciones por sistema multiplicado por el precio promedio de la acción.

Un método alternativo consistiría en estimar el volumen de agua que es trasladado desde los períodos de exceso a los períodos de déficit se emplearán las diferentes curvas fluviométricas de las respectivas cuencas. Dicho volumen multiplicado por el precio del agua, expresado en términos variables (\$ por m³), nos entregaría la disposición a pagar por el sistema embalse-canal. En términos del Gráfico 2.1, donde se observa una curva fluviométrica con una distribución normal, el efecto del embalse sería trasladar el excedente de agua Q^* a los meses con menos agua, lo que aumentaría la disponibilidad promedio de agua desde Q_0 a Q_1 , siendo esta diferencia de disponibilidad de agua el beneficio asociado a la infraestructura de los embalses y canales: o sea el embalse no crea agua, la distribuye en el tiempo.

Gráfico 2.2
Efecto del Embalse



Sin embargo, esta última aproximación exige conocer cada una de las curvas fluviométricas de los distintos sistemas tarea para así determinar el volumen estimado de agua que es trasladado desde épocas de exceso a épocas de escasez.

Se ha optado por utilizar la primera aproximación metodológica – precio y número de acciones – debido a que incorpora implícitamente, en las expectativas del agente tenedor del derecho de agua (acción), el traslado del agua desde períodos de abundancia hídrica a períodos de escasez relativa. Sin embargo, este método no está exento de complicaciones, en particular la elevada dispersión geográfica de las obras sólo permitió la realización de contactos telefónicos con las diferentes asociaciones de regantes con el fin de recabar la información relativa al precio y número de acciones por sistema de riego. Por consiguiente ésta metodología podría adolecer de algún grado de inexactitud. Además, en algunos casos fue imposible contactarse con las entidades de regantes o la persona idónea del tema.. El Cuadro 2.6 muestra el detalle de la información recopilada en las distintas asociaciones de regantes. Ahí se puede apreciar el precio y la cantidad de acciones reportadas por la persona que fue contactada en cada una de las asociaciones. En base a esta información se estima el valor marginal de las obras hidráulicas que para estos efectos se agrupan en tres categorías. La primera categoría está referida a los *sistemas de riego*, esto es embalses con

su respectiva red de canales, mientras que las segunda y tercera categorías corresponden a aquellos embalses (*otros embalses*) y aquellos canales (*otros canales*) que no participan (o no se tiene la información específica) de un sistema de riego. Dado que los precios de acciones están asociados a canales, el valor marginal de los otros embalses se estima en base al valor marginal promedio por metro de altura de muro de los sistemas de riego presentes en la región respectiva. En el caso de que no se disponga de información de precios para algún canal se procede a aplicar el valor marginal promedio por km de longitud de canal y por caudal, registrado en la región respectiva.

Finalmente, dado que los embalses tienen una red de canales a través de los cuales se distribuyen sus aguas, son las asociaciones de regantes a través de sus canales, los usuarios directos de las obras de regadío⁷. Por lo tanto, el valor unitario de la acción para cada canal multiplicado por la totalidad de las acciones de ese canal dan el valor de disposición a pagar por el recurso agua bajo la influencia del embalse.

⁷ Un embalse puede uno o más canales bajo su red de distribución.

Cuadro 2.6
Base de Datos de Canales
(Información recopilada entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre del 2001)

Región	Nombre	Ubicación (Valle)	Nombre Contacto	Teléfono	Total acciones	\$/acción	Q/acción	Costo Anual por acción \$	Precio Secano miles \$/ha	Precio Riego miles \$/ha
I	Canal Lauca y Azapa	Río Lauca	Ernesto Morales (Rep. Gral. CONCA)	58-243533	2.608	3.000-3.500	16,487 m ³ /acc/año	16.800	0	12.000
	Canal Poroma	Queb. Tarapacá	Francisco García Guacte (Presidente)	57-433741	110	1.000	1 lt/seg	2.500	300	2.500-3.500
	Canal Pachica	Queb. Tarapacá	Francisco García Guacte (Presidente)	57-433741	75	17.500	1 lt/seg	1.500	400	3.000
II	Canal San Pedro Atacama ⁽¹⁾	Río San Pedro	Gerardo Ramos (San Pedro Atacama)	sin número	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	Calama	Loa	Ernesto Cruz Pdte. Asoc. Regantes	55-341030	140	10.000	4 lt/seg	s.i.	s.i.	s.i.
	Quillagua	Loa	Porfirio Vega	55-620252	200	8.000	3 lt/seg	s.i.	s.i.	s.i.
III	Mal Paso	Copiapó	JV. Río Copiapó Sec. Sr. Edie Funes	52-211574	4.256	500-1.000	10 m./14 días	2.000	500	4.000
	Unif. Pedregal San Félix	San Félix	JV. Río Huasco Sr. Francisco Torres	51-614487	156	1.000-1.500	2 lt/seg	45.000	400	3.500
IV	Matriz Cogoti	Limarí	Sr. Cipriano Miranda A. C. E. Cogoti	53-620627	12.000	2.000-2.500	5,000 m ³ /acc/año	20.400	500	4.000
	Matriz Paloma	Limarí	Adm. Sr. Cristián Rojas	53-711014	Sin acc.	-	-	-	-	-
	Derivado Recoleta	Limarí	H. Aguirre (Pdte. A.C. E. Recoleta)	53-621596	22.800	450-650	3,500 m ³ /acc/año	3,5 m ³	400-500	3.000-4.500
	Canal Villalón	Limarí	Adm. E. Recoleta Sr. A. Santander	53-620071	4.473	700-800	3,500 m ³ /acc/año	4.200 y 2,35 m ³	400	3.500-4.000
	Camarico	Limarí	Sr. Juan Francisco Soto (Adm.)	53-620515	5.500	1.000-1.200	4,300 m ³ /acc/año	22.008	450	2.000
	Buzeta	Choapa	JV. Río Choapa Cristian Buzeta	53-551522	3.000	500-2.000	1 lt/seg	1.800	500	1.200-1.500
V	Sobrante Chincolco	El Sobrante	Director Sr. Daniel Boetsch	33-781027	1.244	3.500	1.11 lt/s	8.000	500-600	3.000-4.000
	Mauco ⁽¹⁾	Aconcagua	DOH Quinta Región	33-314672	s.i.	Abandonado	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	Canal Putaendo	Putauendo	JV. Canal Putaendo Sr.	34-501095	6.050	3.000	1 lt/seg	2.200	500	4.000-4.500
VI	Cocalán	Cachapoal	JV 3 Secc. Cachapoal Sr. F. Redondo	72-501265	738	6.000	15 lt/seg	190.992	400	5.000-7.000
	Zamorano	Cachapoal	JV. Estero Zamorano	72-572100	100.000	50	0,02 lt/seg/acc	35	350	5.000
	Tipaume (I. Errázuriz)	Cachapoal	JV. de Rengo Sr. Aurelio Maturana	72-511341	1.709	1.000	1 lt/seg	7.000	500	5.000-6.000
VII	Sist. Canal Maule Norte	Río Maule	Sr. Carlos Rojas	71-260002	3.600	1.000-2.000	15 lt/seg	88.000	450	2.500-3.000
	Sist. Canal Maule Sur	Río Maule	Sergio Mikono Gerente General	73-374025	25.425	500	1,474 lt/seg	4.500	800	2.500
	Melozal	Melozal	Justo Bobadilla	73-375017	7.680	350-500	1,0 lt/seg	7.800	500	2.000
	Digua	Río Cato	Técnico Jorge Quezada	73-462769	24.314	400	1,0 lt/seg	7.750	500	1.500
	San Rafael	Río Claro	Alfredo Schron	09-8408742	3.520	200-400	1,1 lt/seg	5.500	350	1.000
	Perquillauquén-Niquen	Niquen	Técnico Mario Sepulveda	42-373153	4.536	500	1,0 lt/seg	7.400	400	1.500
	Pencahue	Pencahue	A. C. Pencahue (Claudio Letelier)	71-371268	8.500	1.500	1,2 lt/seg	11.000	500-600	2.500
	Putagán	Río Putagán	Secret. Administrativa Fanny Galgari	73-210716	4.241	350	1 lt/seg	4.500	500	1.500
	Melado	Río Melado	Secretaria María Inés	73-210229	1.657	1.000-3.000	15 lt/seg	140.000	450	2.000
	Perquillauquén-Cato	Perquillauquén	Técnico Sr. Jorge Quezada	71-228903	-	Canal trasvase	No se transan	-	-	-
	Gática	Río Maule	Pablo Astudillo	73-321925	1.926	300-500	1,4 lt/seg	2.077	500	3.000
VIII	Duqueco-Cuel	Río Duqueco	Eloy Carrasco Aguilera (Adm.)	43-313369	5.694	200	1,2 lt/s	11.600	500	2.500
	Cayucupil	Río Cayucupil	René Laroulet Lafontaine	41-611201	1.900	500	1,0 lt/seg	600	1.000	2.000
	Coreo	Los Angeles	Rodrigo Romero Jara (Adm.)	43-322531	565	1.500	15 lt/seg	28.000	400	2.500
	Antuco	Laja	Juan Valenzuela (Tesorero)	43-621025	700	1.000	1 lt/seg	3.000	400	3.000
	Quillaileo	Quillaileo	Joel Rosenberg (Presidente)	09-5374066	2.916	1.000	1,2 lt/seg	5.000	0	1.000
	Bío-Bío Norte	Río Bío-Bío	Rodrigo Romero Jara (Adm.)	43-581222	684	2.000	15 lt/seg	95.000	500	3.000
	Bío-Bío Sur (I y II Etapa)	Río Bío-Bío	Luis Arroyo (Técnico Adm.)	43-561227	37.689	150-200	0,8 lt/seg sep-may	-	-	-
	Laja	Laja	Héctor Sanhueza	43-311198	4.556	1.500-2.500	15 lt/seg	60.000	800	2.500
	Quillón	Itata	Felidor Cartes Iturra	42-580018	1.948	200.000	1 lt/seg	8.000	3.000-5.000	-
	Zañartu	Laja	Presidente Patricio Sabag V.	43-411007	3.120	500-600	10 lt/seg	17.500	600	2.000
IX	Allipén	Río Allipén	Carlos Weber	45-391713	25.000	250.000	0,5 lt/seg	2.400	700	2.000
	Perquenco	Río Cautín	Enrique Radke	45-238504	2.800	200.000	1	9.135	900	1.800
	Truf-Truf ⁽¹⁾	Est. Picunche	José Tralcal Cooperativa Melimapu	Sin teléfono	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	Bío-Bío (III Etapa) Sur	Río Bío-Bío	Daniel Undurraga (Presidente)	43-561227	37.689	200-250	0,84 lt/s	5.500	600	2.500
	Pillanlelú	Río Cautín	Omar Silva	45-531742	3.000	400	1,1 lt/s/año	3.000	800	2.500
	Imperial	Río Cautín	Heriberto Acevedo	45-342892	1.000	300	1 lt/seg	1.300	800	2.000-3.000
	Quepe ⁽¹⁾	Río Quepe	Eduardo Luchinger	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
RM	Sistema Rungue	Til-Til	Juan Herrera (Pdte. A. C. E. Rungue)	09-7644470	566	8.000	3,000 m ³ /acc/año	28.000	2.000	10.000
	Chacabuco	Chacabuco	Mun. de Til-Til Sr. Dario Ovalle	8461281	200	15.000-20.000	6 lt/seg (de 1 a 10)	191.652	no	25.000
	Maipo	Maipo	Sra. Gloria Arrechaga (Secc. Registros)	2317113	2.711	11.308	20 lt/seg	s.i.	s.i.	s.i.
	Colina	Colina	Raúl Bravo (A. Canalistas de Colina)	8441594	195	5.000	15,38	100.000	no	30.000

Nota:

⁽¹⁾ Canal donde fue imposible obtener la información por diversas causas (no existe la asociación, no tiene número de teléfono, etc.).

Fuente: Elaboración propia y Asociaciones de Regantes y de Canalistas a lo largo del país. Información entregada vía telefónica entre el 15 de Septiembre y el 15 de Octubre del 2001.

i) Valor Marginal de Sistemas Embalse-Canal

El valor marginal de los sistemas embalse-canal se calcula según la siguiente fórmula:

$VM \text{ Sistema Embalse Canal } _i = \sum_j (\text{Valor de Mercado Acción Canal}_{j_i}) \times (\text{N}^\circ \text{ de Acciones por Canal}_{j_i})$

Donde:

$VM \text{ Sistema Embalse Canal } _i$ = Valor marginal del embalse i más valor marginal de canales j (j=1..n_i donde n_i es el número de canales asociados al (los) embalse(s) del sistema de riego i)

$\text{Valor de Mercado de la Acción Canal}_{j_i}$ = Es el valor de mercado de la acción del canal j perteneciente al sistema de riego i.

$\text{N}^\circ \text{ de Acciones canal}_{j_i}$ = Número de Acciones inscritas del canal j perteneciente al sistema de riego i.

El Cuadro 2.7 presenta el valor marginal estimado para los sistemas embalse-canal. Ahí se observa que el sistema embalse-canal que presenta un mayor valor es el Sistema Interconectado Paloma-Recoleta-Cogotí con US\$ 79,4 millones, seguido del Sistema Yeso-Maipo con un total de US\$ 49,8 millones y finalmente el Sistema Maule de la VII Región con US\$ 35,9 millones. Cabe mencionar, que estos tres sistemas son los que presentan las mayores superficies beneficiadas bajo riego, siendo 82.000 hectáreas para el ubicado en la IV Región, 120.000 hectáreas para el de la Región Metropolitana y 200.000 hectáreas para el Sistema de la Laguna del Maule.

Cuadro 2.7
Valor Marginal de Sistemas Embalse-Canal
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Embalse/Laguna	Canal	N° acciones	\$/acción	Disposición a Pagar	
				Millones de \$	Millones US\$
Laguna Cotacotani	Lauca	2.608	3.250.000	8.476	13,8
Embalse Conchi	Quillagua	200	8.000.000	1.600	2,6
	Calama	140	10.000.000	1.400	2,3
	Total			3.000	4,9
Embalse Lautaro	Mal Paso	4.256	750.000	3.192	5,2
Embalse Santa Juana y Lagunas del Huasco	San Félix	156	1.250.000	195	0,3
Embalse Paloma, Recoleta y Cogotí	Matriz Cogotí	12.000	2.250.000	27.000	43,8
	Derivado Recoleta	22.800	550.000	12.540	20,4
	Mejoramiento Villalón	4.473	750.000	3.355	5,4
	Camarico	5.500	1.100.000	6.050	9,8
	Total			48.945	79,4
Embalse Corrales ⁽¹⁾	Buzeta	3.000	1.250.000	3.750	6,1
Laguna del Maule	Maule Norte	3.600	1.500.000	5.400	8,8
	Maule Sur	25.425	500.000	12.713	20,6
	Gatica	1.926	400.000	770	1,3
	Melozal	7.680	425.000	3.264	5,3
	Total			22.147	35,9
Embalse Digua	Digua	24.314	400.000	9.726	15,8
	Perquilauquén-Niquen	4.536	500.000	2.268	3,7
	Total			11.994	19,5
Embalse Coihueco	Coihueco	4.232	700.000	2.962	4,8
Laguna del Laja	Laja	4.556	2.000.000	9.112	14,8
	Antuco	700	1.000.000	700	1,1
	Zañartu	3.120	550.000	1.716	2,8
	Coreo	565	1.500.000	848	1,4
	Total			12.376	20,1
Embalse El Yeso	Maipo	2.711	11.308.863	30.662	49,8
Embalse Rungue	Sistema Rungue	566	8.000.000	4.528	7,3
Embalse Huechún	Chacabuco	200	17.500.000	3.500	5,7
Total				155.727	252,8

Nota:

⁽¹⁾ El embalse Corrales aún no se encuentra operativo dado que se presentaron inconvenientes en su construcción, lo que obligó a una nueva concesión.

Un análisis en mayor profundidad de los valores de disposición a pagar por hectárea en los diferentes sistemas, demuestra que los sistemas ubicados en la zona norte del país presentan costos unitarios superiores (e.g. Cotacotani, Conchi y Lautaro (US\$/ha 3.500-5.000), a diferencia de los sistemas Maule y Laja del sur del país, que sólo alcanzan valores de US\$/ha 180 y 223 respectivamente. Finalmente, a modo de norma la zona norte posee costos unitarios de disposición a pagar por hectárea superiores, debido a que los regantes poseen cultivos con mayores rentabilidades por hectárea y a que el recurso hídrico por las condiciones pluviométricas de esta zona es mucho más escaso y limitante de la producción.

ii) Valor Marginal de Otros Embalses

Los “otros embalses”, tal como se mencionó anteriormente, corresponden a aquellos embalses para los cuales no se dispone de información de canales asociados y por lo tanto no se les puede asociar un precio por el agua que en ellos se almacena. Por este motivo, el valor marginal de estas obras se estima utilizando el valor marginal por unidad de altura de muro promedio de los sistemas de riego presentes en la región respectiva. El valor marginal de los estos “otros embalses” se calcula según la siguiente fórmula:

$$VM \text{ Otro Embalse}_i = \bar{x} h_i$$

Donde:

$VM \text{ Otro Embalse}_i$ = Valor marginal de “otro embalse” i

\bar{x} = Valor marginal promedio por altura de muro en la zona donde está ubicado el “otro embalse” i (Ver Cuadro 2.8)

h_i = Altura de muro del “otro embalse” i.

Cuadro 2.8
Valor Marginal Promedio por Altura de Muro
según Ubicación Geográfica

Regiones	Valor Marginal Promedio MM\$
I	1.630
II	45
III	65
IV	217
V y VI	317
VII	344
VIII y IX	667
RM	317

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El valor utilizado en cada región corresponde al promedio, de los valores marginales de sus sistemas de riego divididos por su altura total de muros. En el caso de las regiones V y VI, por no existir sistemas valorizados en ellas, se les asigna el promedio registrado en la RM. En el caso de la IX región se le asigna el valor promedio de la VIII región.

El Cuadro 2.9 muestra el valor marginal de los “otros embalses”.

Cuadro 2.9
Valor Marginal de Otros Embalses
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Región	Provincia	Nombre	Valor Marginal/ Altura Muro	Altura de Muro	Disposición a Pagar	
			MMS/m	(m)	Millones de \$	Millones de US\$
I	Arica	Caritaya	1.630	38,5	62.755	101,9
IV	Elqui	La Laguna	217	41,0	8.897	14,4
		Puclaro	217	83,0	18.011	29,2
		Culimo	217	38,0	8.246	13,4
V	Valparaíso	Liu-Liu	317	20,0	6.340	10,3
		Los Aromos	317	43,0	13.631	22,1
		Pitama	317	16,5	5.231	8,5
		Lo Orozco	317	15,5	4.914	8,0
		Lo Ovalle	317	13,0	4.121	6,7
		Perales de Tapihue	317	14,5	4.597	7,5
		Purísima	317	19,5	6.182	10,0
		Cerrillos de Leyda	317	18,5	5.865	9,5
		San Antonio	317	18,5	5.865	9,5
VI	Colchagua	Lolol	317	29,5	9.352	15,2
		Convento Viejo (1ª Etapa)	317	16,5	5.231	8,5
		Los Cristales	317	31,0	9.827	16,0
VII	Cachapoal	El Planchón	344	15,0	5.160	8,4
		Bullilco	344	70,0	24.080	39,1
		Tutuvén	344	32,0	11.008	17,9
IX	Malleco	Huelchucico	667	14,5	9.672	15,7
Total					223.116	362,2

Fuente: Elaboración propia.

iii) Valor Marginal de Otros Canales

Los “otros canales”, tal como se mencionó anteriormente, corresponden a aquellos canales para los cuales no se dispone de información de embalses asociados y por lo tanto no forman parte del conjunto de sistemas embalse-canal. A diferencia de los “otros embalses” en este caso existe información sobre disposición a pagar en algunos de estos canales. Para aquellos que no se cuenta con dicha información se extrapola a través del valor marginal promedio por longitud y caudal registrado en la región respectiva. El valor marginal de los “otros canales” se calcula según la siguientes fórmulas:

$$VM \text{ Otro Canal } _i = Valor \text{ de Mercado Acción Canal } _i \times N^{\circ} \text{ de Acciones Canal } _i$$

Donde,

$VM\ Otro\ Canal_i$ = Valor marginal del “otro canal” i

$Valor\ de\ Mercado\ de\ la\ Acción\ Canal_j$ = Es el valor de mercado de la acción en el canal i.

$N^o\ de\ Acciones\ canal_j$ = Número de Acciones inscritas del canal i.

En el caso que no se disponga de información de precios,

$$VM\ Otro\ Canal_i = \bar{y} l_i Q_i$$

Donde:

$VM\ Otro\ Canal_i$ = Valor marginal de “otro canal” i

\bar{y} = Valor marginal promedio por longitud y caudal de los canales en la zona donde está ubicado el “otro canal” i.

l_i = Longitud del “otro canal” i.

Q_i = Caudal del “otro canal” i.

El Cuadro 2.10 muestra el valor marginal de los “otros canales”.

Cuadro 2.10
Valor Marginal Otros Canales
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Región	Provincia	Nombre	Total acciones	\$/acción	Disposición a Pagar		
					Millones de \$	Millones de US\$	
I	Iquique	Canal Poroma	110	1.000.000	110	0,2	
		Canal Pachica	75	1.750.000	131	0,2	
II	El Loa	Canal San Pedro de Atacama	s.i.	s.i.	21.477	34,9	
		Toconao ⁽¹⁾	s.i.	s.i.	17.258	28,0	
V	Petorca	Sobrante Chincoleo	1.244	3.500.000	4.353	7,1	
		Mejoramiento Canal Putaenc	6.050	3.000.000	18.150	29,5	
VI	Cachapoal	Cocalán	738	6.000.000	4.428	7,2	
		Zamorano	100.000	50.000	5.000	8,1	
		Tipaume (Jorge Errázuriz)	1.709	1.000.000	1.709	2,8	
VII	Talca	San Rafael	3.520	300.000	1.056	1,7	
		Pencahue	8.500	1.500.000	12.750	20,7	
	Linares	Putagán	4.241	350.000	1.484	2,4	
		Melado	1.657	2.000.000	3.313	5,4	
VIII	Bío-Bío	Duquenco-Cuel	5.694	200.000	1.139	1,8	
		Cayucupil	1.900	500.000	950	1,5	
	Bío-Bío	Quillaileo	2.916	1.000.000	2.916	4,7	
	Bío-Bío	Bío-Bío Norte	684	2.000.000	1.368	2,2	
	Bío-Bío	Bío-Bío Sur (I y II Etapa)	37.689	200.000	7.538	12,2	
Nuble	Quillón	1.948	200.000	390	0,6		
IX	Cautín	Allipén	25.000	250.000	6.250	10,1	
		Perquenco	2.800	200.000	560	0,9	
	Malleco	Bío-Bío (III Etapa) Sur	37.689	250.000	9.422	15,3	
	Cautín	Pillanlelbún	3.000	400.000	1.200	1,9	
		Truf-Truf ⁽¹⁾	s.i.	s.i.	130	0,2	
	Cautín	Imperial	1.000	300.000	300	0,5	
	Cautín	Quepe ⁽¹⁾	s.i.	s.i.	875	1,4	
RM	Chacabuco	Colina	195	5.000.000	975	1,6	
Total						125.232	203,3

Nota:

⁽¹⁾ Estimado en base al promedio obtenido en los otros canales de la región.

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, se determinó el valor marginal para los sistemas (embalse-canal) por un monto de US\$ 252,8 millones (Cuadro 2.7), luego se estimó el valor marginal para los embalses que no pertenecen al conjunto de sistemas embalse-canal (Cuadro 2.9) con un resultado de US\$ 362,2 millones y finalmente se estimó el valor marginal para los canales que tampoco pertenecen al conjunto de sistemas embalse-canal (Cuadro 2.10) con un resultado de US\$ 203,3 millones. Luego, el monto total por concepto de disposición a pagar para las obras hidráulicas es de US\$ 818,3 millones.

2.3 Valor Económico

El valor económico de la infraestructura se mide como el valor marginal más el valor intramarginal más las externalidades. En cuanto al valor marginal de las obras hidráulicas, su estimación se presenta en la sección 2.2 anterior. En tanto que para la

estimación del valor intramarginal y las externalidades se adoptan los siguientes criterios.

En cuanto a la estimación del valor intramarginal de las obras hidráulicas, ésta no se hace extensiva a todas las obras existentes en el país, sino que se centra en la evaluación en profundidad de tres casos: a) Sistema Interconectado Paloma – Cogotí – Recoleta (en adelante “Limarí”); b) Embalse El Yeso (en adelante “Maipo”); y c) la Laguna del Laja (en adelante “Laja”). La particularidad de estos tres sistemas de riego es que éstos se emplean para diferentes usos: a) Limarí se emplea exclusivamente en riego agrícola; b) Maipo se emplea en riego agrícola y agua potable; y c) Laja se destina a la generación de energía eléctrica y riego agrícola. En consecuencia, mediante el estudio en profundidad de estos tres casos se está abarcando la totalidad de los posibles usos para las obras hidráulicas. Cabe señalar que para saber el valor intramarginal de los embalses y canales en cada caso, esencialmente se requiere conocer el mix productivo “con” y “sin” riego y, a partir del diferencial de valor en ambos casos, se estimará el valor intramarginal de las obras de riego. Esto implica que un elemento crucial en la evaluación social de estas obras es la determinación del escenario “con” y “sin” infraestructura. Obviamente, un análisis más en detalle de ambos escenarios corresponde a la etapa de evaluación en sí y no necesariamente al presente informe, sin embargo, en base a las visitas en terreno realizadas así como a la opinión de especialistas en el tema agrícola, en grandes líneas, los escenarios “con” y “sin” proyectos son los siguientes:

a) Limarí. En el escenario “con” proyecto – es decir, con riego - ha sido posible desarrollar una amplia gama de rubros agrícolas en las zonas de influencia del sistema de riego de Limarí, destacándose los viñedos y frutales de exportación - en especial paltos -. En relación al escenario “sin” proyecto, o sea sin riego, las actuales posibilidades productivas de la zona se verían restringidas casi única y exclusivamente a la ganadería caprina, ya que en la zona no existen precipitaciones ni siquiera para realizar los cultivos con menores demandas hídricas que existen en el país ni tampoco existen cursos fluviales que permitan sustituir las obras de riego existentes.

b) Maipo (El Yeso). Los actuales usos asociados a las obras del Maipo son agrícolas –viñas, ciruelos y durazneros– y agua potable – planta EMOS -. En cuanto al escenario contrafactual “sin” proyecto, su determinación es algo más compleja que el caso anterior. En efecto, a diferencia del caso anterior, en la zona de influencia del Maipo, en ausencia de las obras de riego existentes – escenario “sin” proyecto -, las precipitaciones normales de la zona junto con los cauces existentes generan un flujo hídrico, el cual, si bien es menor y más volátil que el flujo en presencia de las obras, tal vez podría sustentar la existencia de plantas de tratamiento de agua potable de menor escala diseñadas para operar con un menor flujo de agua. Por ende, se debería estimar si es económicamente viable contar con instalaciones para un flujo de agua equivalente al flujo mínimo esperado en ausencia del embalse o si por el contrario en ausencia del embalse no sería posible instalar las plantas de procesamiento de agua potable . Sin embargo, y dado que no fue posible conseguir dicha respuesta por parte de EMOS, se supondrá que en ausencia de embalse no es viable la instalación de una planta de tratamiento de agua potable⁸. En el caso de las actividades agrícolas, en el escenario “sin” proyecto no podrían desarrollarse muchas de las actividades actualmente realizadas y, en principio, sólo podría sustentarse el desarrollo de algunas actividades agrícolas que demanden menos riego y sean más resistentes al stress hídrico – por ejemplo, cereales de secano – y, en menor medida, eventualmente podrían desarrollarse sistemas de ganadería extensiva.

c) Laja. En este sistema de riego, tal como se mencionó previamente, el escenario “con” proyecto se caracteriza por el hecho de que los recursos hídricos se destinan a riego y generación de electricidad. En cuanto al escenario “sin” embalse ni canales, solo podrían existir plantas generadoras de electricidad “de paso” pero con un beneficio social muy inferior al que actualmente reportan la centrales Antuco, El Toro y Abanico. En tanto que en lo referente a las actividades agrícolas, al igual que en el caso anterior, se realiza un análisis del balance hídrico de la cuenca del Laja y, en base a

⁸ Si esto no es así, la estimación del valor intramarginal asociado al uso del agua para agua potable estará sobrevalorando el valor del embalse en forma proporcional a la capacidad de la planta de tratamiento que se habría instalado si dicho embalse no existiera.

éste y las condiciones agronómicas de la zona, se simulan cuáles serían las actividades que con mayor probabilidad se desarrollarían en el escenario “sin” infraestructura.

En base a la anterior definición de los escenarios “con” y “sin” proyecto se estimará el beneficio social de las respectivas obras hidráulicas, lo cual implicará, en términos generales, determinar el valor agregado para las principales actividades que se desarrollan actualmente en las respectivas zonas de influencia de las obras menos los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego.

Tales estimaciones mencionadas anteriormente implicarán el uso de ciertos criterios de simplificación en cuanto a precios privados y mixes agrícolas.

a) Precios Privados. La estimación de los retornos y costos de los diferentes rubros productivos en los escenarios “con” y “sin” proyecto se realizará en base a los precios privados de los bienes e insumos. El único ajuste que se debería realizar es el del costo de la mano de obra en el caso donde el desempleo en las zonas de influencia alcance niveles superiores al 15%, realizando el ajuste del costo social según los lineamientos propuestos por Fontaine (1997). Sin embargo, esto no es necesario ya que en las zonas de influencia (regiones III, RM y VIII) los niveles de desocupación no superan el 15% a Octubre de 2001.

b) Mix Agrícola. En los escenarios “con” y “sin” obras de riego son numerosas las actividades agrícolas que se realizan o se podrían realizar, respectivamente, y por ende, resulta imposible de implementar en la práctica una evaluación social que considere todas las actividades agrícolas que se realizan o se realizarían. En este sentido, y con el fin de operacionalizar la estimación del valor económico de las obras de riego, tanto en los escenarios “con” y “sin” proyecto se incluirá la estructura de costos e ingresos para un máximo de tres rubros, los cuales corresponderán a las actividades más relevantes para las diferentes zonas en estudio, extrapolando a partir del retorno de estos rubros el retorno para las demás actividades agrícolas que se desarrollen en las zonas de influencia de los embalses y canales (Ver Cuadro 2.11).

Cuadro 2.11
Cultivos Valorizados por Cuenca
(Escenario Con y Sin Embalse)

Cuenca	Escenario Con Embalse Cultivos	Escenario Sin Embalse Cultivos
Limarí	Palto Uva Pisquera Uva de Mesa	Caprinos
Maipo	Viña Ciruelo Duraznero	Trigo secano Lenteja secano Garbanzo secano
Laja	Remolacha Frambuesa Manzano	Carne Bovina

Fuente: Elaboración propia.

c) Estructuras de Costos. Las estructuras de costos y rendimientos agrícolas que se emplearán en la evaluación social serán obtenidas tanto de estudios sectoriales como de información proporcionada directamente por agricultores. En el caso de los parámetros asociados a la producción de agua potable en la cuenca del río Maipo y a la generación de electricidad en la cuenca del Laja se utilizará las siguientes aproximaciones:

- i) En el caso de la cuenca del Maipo, a través de los derechos de agua que están en poder de EMOS se puede estimar el costo del agua cruda para dicha empresa. Luego, el beneficio social del Embalse el Yeso y sus canales corresponde a dicho costo multiplicado por el volumen tratado de agua menos el valor de las inversiones en la planta de tratamiento de las Vizcachas.
- ii) En el caso de la cuenca del Laja, el costo marginal de turbinar agua multiplicado por el volumen turbinado menos los costos de operación y las inversiones corresponde al beneficio social de la generación eléctrica.

En el caso de las externalidades, la estimación de estas es altamente compleja y no se dispone de la información para evaluarlas, motivo por el cual no se incluirá la estimación de las externalidades en el valor económico de la infraestructura. En todo caso, las externalidades de las obras de riego pueden asociarse al hecho de que dicha

infraestructura puede generar una articulación tal entre el sector agrícola y agroindustrial que en definitiva se traduce en una localización espacial que sin las obras sería más concentrada en las grandes ciudades.

En resumen, el valor económico de las obras hidráulicas se medirá como el valor presente de las diferencias entre el excedente de las actividades realizadas en los escenarios “con” y “sin” obras hidráulicas.

2.3.1. Valor Intramarginal Cuenca del Limarí

El uso del agua en la cuenca del Limarí corresponde solamente a riego. Esta cuenca según el Censo Nacional Agropecuario de 1997 cuenta con una superficie efectivamente regada de 33.622 hectáreas, de las cuales el 33,3% está con Palto, Uva Pisquera y Uva de Mesa, cultivos de riego que presentan las mayores superficies unitarias. El cálculo del valor presente para el resto de los cultivos (ítem Otros en el Cuadro 2.12) utiliza el supuesto que, para esta zona, el resto de los cultivos de riego son básicamente hortalizas y algunas especies forrajeras (alfalfa principalmente), las cuales en términos generales poseen un valor presente del orden del 50% de las especies frutales. Así mismo, para el caso del escenario Sin Proyecto el cultivo valorizado fue un sistema de producción caprina destinado a la producción de queso de cabra y carne de cabritos. Específicamente, el caso analizado corresponde a un sistema de producción caprino típico de la IV Región, en donde una comunidad posee terrenos destinados a la agricultura y al pastoreo comunal del rebaño para el 95% de la totalidad de la superficie (ver Anexo XX).

De esta forma, el valor intramarginal asociado a la presencia de la obra de riego compuesta por embalses y canales en la cuenca del Limarí es de \$ 59 mil millones equivalente a US\$ 96,5 millones⁹ (Cuadro 2.12).

Cuadro 2.12
Valor Intramarginal
Cuenca del Limarí
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Escenario	Sup. Efectivamente Regada (hectáreas)	Valor Presente Cultivos		Participación hectáreas		Valor Intramarginal	
		Cultivo	miles \$/ha	Total	%	miles \$	miles US\$
Con Proyecto	33.622	Palto	5.524	785	2,3%	4.336.340	7.039
		Uva Pisquera	2.235	5.098	15,2%	11.394.030	18.495
		Uva de Mesa	6.280	5.304	15,8%	33.309.120	54.067
		Otros ⁽¹⁾		22.435	66,7%	10.644.604	17.278
Sin Proyecto	33.622	Caprinos	5,5	33.622	100,0%	185.422	301
Diferencia						59.498.672	96.578

⁽¹⁾ El VPN de los otros cultivos fue estimado como el 50% del promedio ponderado obtenido en los tres cultivos analizados, de acuerdo a antecedentes obtenidos en el documento "Rehabilitación Canal Alimendador Recoleta", Consultoría OME-04 Mejoramiento Sistema Paloma IV Región, INGENDESA, 1992.

Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 1, DOH del MOP y VI Censo Nacional Agropecuario, 1997.

2.3.2 Valor Intramarginal Cuenca del Maipo

Los usos del agua en la cuenca del Maipo son: riego y agua potable.

En el caso del riego los cultivos valorados en el escenario con proyecto fueron viña, ciruelo y duraznero, los cuales en su totalidad según el Censo de 1997 abarcan el 33,3% de la superficie de la cuenca efectivamente regada (55.118 ha). El valor del resto de los cultivos fue estimado de la misma forma realizado en la cuenca del Limarí, esto es en base al 50% del valor presente de los frutales de la zona. Los cultivos Sin Proyecto, fue analizado para los cultivos trigo, lenteja y garbanzo, especies resistentes a déficit hídricos ocurrientes en la cuenca. La superficie representativa para cada de estas especies fue calculada en base al comportamiento actual de cada una de ellas en la cuenca según al último Censo Nacional Agropecuario., en donde el trigo abarca el 92%

⁹ Este valor corresponde al resultado de la diferencia entre el valor intramarginal del escenario con proyecto y del escenario sin proyecto. El mismo método será aplicado para las cuencas del Maipo y del Laja.

de la superficie. Luego, el valor marginal asociado a las obras hidráulicas por concepto de uso del agua para riego es de \$ 44 mil millones equivalente a US\$ 72 millones (Cuadro 2.13).

Cuadro 2.13
Valor Intramarginal Asociado a Riego en la Cuenca del Maipo
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Escenario	Sup. Efectivamente Regada (hectáreas)	Valor Presente Cultivos		Participación hectáreas		Valor Intramarginal	
		Cultivo	Miles \$/ha	Total	%	miles \$	miles US\$
Con Proyecto	55.118	Viña	797	11.216	20,3%	8.939.152	14.510
		Ciruelo	3.154	4.064	7,4%	12.817.856	20.806
		Duraznero	4.360	4.593	8,3%	20.025.480	32.505
		Otros		35.245	63,9%	6.147.293	9.978
Sin Proyecto ⁽¹⁾	55.118	Trigo	68,4	50.709	92,0%	3.467.958	5.629
		Lenteja	19,2	1.654	3,0%	31.748	52
		Garbanzo	43,9	2.756	5,0%	120.984	196
Diferencia						44.309.091	71.922

Nota:

⁽¹⁾ Para el caso de cultivos sin proyecto se estimaron coberturas de 92, 3 y 5% de la superficie para trigo, lenteja y garbanzo respectivamente, en base a la distribución actual en la zona centro del país.

Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 1, DOH del MOP y VI Censo Nacional Agropecuario, 1997.

En el caso del uso del agua para la producción de agua potable el valor intramarginal corresponde al costo del agua cruda multiplicado por los litros consumidos por la empresa EMOS en la cuenca del río Maipo menos el valor de las inversiones en las plantas de tratamiento menos los costos de operación y mantención. Dado que no se cuenta con el valor del agua cruda en la cuenca del Maipo se estimará dicha cifra a través del número de las acciones (partes alícuotas en las cuales está dividido el caudal del río Maipo) que están en poder de la empresa EMOS y del valor de mercado de estas. Es decir, la estimación considera la tenencia de dichas acciones como el costo alternativo a la compra de agua cruda en el mercado.

Según la memoria anual del año 2000 de Emos, la empresa posee 1.506,13 acciones valoradas contablemente en \$ 2.559 millones, es decir, un valor promedio de \$ 1,7 millones por acción. Esta última cifra es muy inferior al valor de mercado al cual se están transando actualmente las acciones del río Maipo (ver Cuadro 2.7 anterior) que asciende a \$ 11,3 millones por acción. Este precio de mercado es el costo que tendría que enfrentar Emos en la eventualidad de que tuviera que salir a comprar agua cruda en el mercado. Suponiendo que se puede ejercer el derecho de 20 litros por segundo que

otorga cada acción un 90% del tiempo se tiene que el costo promedio del m³ de agua cruda es de \$2,4.

Por otra parte, la producción de agua potable de Emos durante el año 2000 fue de 534,3 millones de m³ de los cuales 466,9 utilizaron aguas superficiales, descargando 69 millones de m³ desde el embalse El Yeso durante dicho año. Luego el valor marginal del agua consumida por Emos para producir agua potable fue de \$ 1.116 millones o equivalentemente US\$ 1,8 millones de dólares anual que a perpetuidad, tasa de descuento de 12%, y suponiendo un crecimiento nulo de la producción asociada a agua superficiales en la cuenca del río Maipo, arroja un total de US\$ 15 millones. Esta cifra corresponde al beneficio bruto al que se debe descontar la inversión asociada a la planta y el valor presente de los costos de operación y mantención de la misma. La inversión asociada a una planta de tratamiento con capacidad de 4 m³/seg es de US\$ 4,2 millones por m³/segundo¹⁰. La estación de agua potables Las Vizcachas está compuesta por tres plantas¹¹ que en su conjunto tienen capacidad para procesar 15 m³/seg, luego extrapolando el costo de inversión se tiene que el costo total de las tres plantas debería estar en el orden de los US\$ 63 millones. En relación a los costos de anuales operación y mantención no se logró tener acceso a dicha información. Luego, considerando solamente la inversión, el beneficio neto de la producción de agua potable en la cuenca del Maipo es de US\$ 48 millones negativo (valor marginal agua cruda menos inversión en plantas de tratamiento), es decir, no se trata de un beneficio sino de un costo social. El Cuadro 2.14 muestra el detalle de la estimación.

¹⁰ Cifra reportada en entrevista telefónica con Verena Díaz, Ingeniera de la División de Concesiones de la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Los US\$ 4.200 por litro/seg. no incluyen infraestructura complementaria a la planta de tratamiento.

¹¹ Las tres plantas son: Vizcachas 1; Vizcachitas y Tagle con capacidades de 6.000; 5.000 y 4.000 litros por segundo respectivamente.

Cuadro 2.14
Valor Intramarginal Asociado a Agua Potable en la Cuenca del Maipo

Cifras Anuales			
Beneficio			O y M
Costo Marginal Promedio \$/m3	Volumen Consumido m3/año	Total MM\$/año	MM\$/año
2,4	467.000.000	1.121	
Cifras a Perpetuidad			
Valor Presente Beneficio Bruto MMUS\$	Valor Presente O y M MMUS\$	Inversión MMUS\$	Valor Presente Beneficio Neto MMUS\$
15,2		63	- 48

Fuente: Elaboración propia.

O y M corresponde a los costos de Operación y Mantenimiento a los cuales no se tuvo acceso y por lo tanto se presentan en blanco.

Por lo tanto, el valor intramarginal del sistema hidráulico compuesto por el embalse El Yeso y el canal Maipo es US\$ 24 millones que se descomponen en un beneficio de US\$ 72 millones asociado a la actividad agrícola y un costo de US\$ 48 millones asociado a la producción de agua potable.

2.3.3. Valor Intramarginal Cuenca del Laja

Los usos del agua en la cuenca del Laja son: riego y generación de electricidad.

En el caso del riego agrícola, la cuenca del Laja bajo la influencia de la Laguna del mismo nombre, según el Censo Agropecuario de 1997 posee una superficie efectivamente bajo riego de 49.945 hectárea, de las cuales el 18,5% de la superficie corresponde a plantaciones con especies de régimen estrictamente de riego como son la remolacha, frambuesa y manzano.¹². Con respecto al escenario Sin Proyecto, el sistema propuesto es la producción de carne bovina, específicamente un sistema de

¹² Si bien éstos cultivos sólo representan el 18,5% de la superficie del escenario Con Proyecto, se han considerado en la evaluación dado los siguientes aspectos: a) son cultivos que sólo se pueden desarrollar bajo condiciones de riego, b) han tenido un marcado crecimiento (específicamente frambuesa y manzano) en la última década, y c) el resto de los cultivos bajo riego de la cuenca según el Censo de 1997 presenta una marcada superficie de especies forrajeras, especialmente alfalfa, la cual también se puede

crianza con la raza Hereford bajo condiciones de producción extensivas, esto es, en base a las praderas naturales de la zona, las cuales en condiciones de secano permiten en forma factible el desarrollo de un sistema de producción de este tipo. El valor estimado, teniendo como referencia los supuestos anteriores da un valor de US\$ 6 mil millones equivalente a US\$ 10 millones (Ver Cuadro 2.15).

Cuadro 2.15
Valor Intramarginal Asociado a Riego en la Cuenca del Laja
(En pesos y dólares de Junio del 2001)

Escenario	Sup. Efectivamente Regada (hectáreas)	Valor Presente Cultivos		Participación (hectáreas)		Valor Intramarginal	
		Cultivo	Miles \$/ha	Total	%	miles \$	miles US\$
Con Proyecto	49.945	Remolacha	404	3.799	6,9%	1.534.796	2.491
		Frambuesa	1.932	752	1,4%	1.452.864	2.358
		Manzano	5.945	450	0,8%	2.675.250	4.342
		Otros		44.944	81,5%	812.548	1.319
Sin Proyecto	49.945	Carne Bovina	5,3	49.945	100,0%	264.709	430
Diferencia						6.210.750	10.081

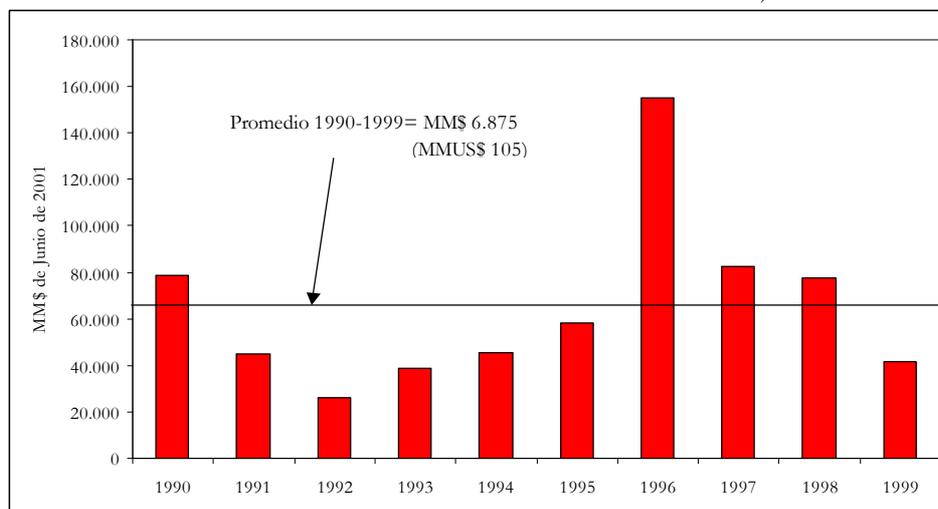
Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 1, DOH del MOP y VI Censo Nacional Agropecuario, 1997.

En el caso del uso del agua para la generación de electricidad el valor intramarginal corresponde al costo marginal de turbinar¹³ multiplicado por el energía efectivamente generada, la cual a su vez es directamente proporcional al volumen de agua turbinado. El Gráfico 2.2 muestra la evolución de los ingresos anuales por generación de las centrales Abanico, Antuco y El Toro. Ahí se aprecia que existe volatilidad en los ingresos, motivo por el cual para estimar el beneficio social de la generación eléctrica se utilizó el promedio del período 1990-1999 que corresponde a US\$ 105,3 millones por año.

desarrollar bajo las condiciones naturales de la zona (pluviometría), situación que es improbable en el cultivo del manzano y frambuesa

¹³ Turbinar corresponde al hecho de hacer pasar el agua que está embalsada por la turbina de la planta generadora. El costo marginal, corresponde al beneficio social de disponer de agua para generar electricidad. Luego, en épocas de sequía el costo marginal de turbinar es alto debido a que aumentan las probabilidades de quedarse sin agua para turbinar lo cual implica comenzar a operar en el país otras plantas (e.g. plantas térmicas) cuyo costo de generación es mucho mayor.

Gráfico 2.3
 Evolución de Beneficio Social
 Generación de Electricidad en la Cuenca del Laja



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Dentro Económico de Despacho de Carga.

Tal como se señaló en el cálculo del valor intramarginal asociado a la producción de agua potable, el beneficio neto corresponde al valor presente del beneficio bruto menos la inversión menos el valor presente de los costos de operación y mantenimiento. El beneficio bruto asociado a la generación de electricidad es de MMUS\$ 1.053 y corresponde al valor presente a perpetuidad del ingreso promedio anual¹⁴. Por su parte el valor de la inversión en una planta equivalente se estima utilizando como parámetro que la inversión necesaria por cada kilo watt de potencia instalado es de US\$ 1.100¹⁵. Dado que entre las tres centrales (Abanico, Antuco y El Toro) suman una potencia instalada de 836.000 kilo watts se tiene que la inversión total es de MMUS\$ 920. Finalmente, los costos de mantenimiento y operación según fuentes del sector serían del orden de US\$ 270 anuales por mega watt instalado lo cual arroja un costo total anual de MMUS\$ 2,3 que a perpetuidad, tasa de descuento de 10%, corresponde a un valor presente de US\$ 23 millones.

¹⁴ En este caso, por tratarse de un proyecto de generación eléctrica, se utiliza una tasa de descuento de 10%.

¹⁵ Esta cifra corresponde al promedio entre los US\$ 1.000 por kW instalado señalado por un experto del sector y los US\$ 1.200 señalados en "Concesión de una Obra Hidráulica de Uso Múltiple, Riego y generación Eléctrica: Embalse Diguillín" de Cornejo, Jara y Salazar (1998).

Por lo tanto, el valor intramarginal por concepto de generación eléctrica, del agua almacenada en el sistema Laja, es de MMUS\$ 111.

El valor intramarginal total del sistema Laja es de US\$ 121 millones compuesto por US\$ 10 millones asociado a actividades de riego y US\$ 111 millones asociados a la generación de electricidad.

2.3.4 Resumen Valor Económico Obras Hidráulicas

Tal como señaló al comienzo de esta sección, el valor económico de los tres sistemas seleccionados corresponde a la suma del valor marginal y el valor intramarginal de cada una de las obras. El cuadro 2.16 muestra los valores marginal e intramarginal asociados a cada una de las tres obras y el valor económico total asociado a ellas. Ahí se aprecia que el valor económico de las obras hidráulicas seleccionadas es de MMUS\$

Cuadro 2.16
Valor Marginal y Valor Económico
Obras Hidráulicas Seleccionadas

Sistema	Valor Marginal MMUS\$	Valor Intramarginal MMUS\$	Valor Económico MMUS\$
Limarí	79	97	176
Maipo	50	24	74
Laja	20	121	141
Total	149	242	391

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Resumen Valoración de Obras Hidráulicas

La valoración de la infraestructura de obras hidráulicas incorporó a los embalses y canales. Para todos ellos se estimó el valor de reposición, mientras que el valor marginal o disposición a pagar se obtuvo directamente de los precios de mercado de las acciones pertenecientes a los sistemas embalse-canal para los cuales se obtuvo acceso a dicha información. En los casos de embalses y canales que no formaban parte de sistemas embalse-canal se estimó la disposición a pagar a través de la extrapolación de los valores marginales registrados en los sistemas embalse-canal más cercanos. Finalmente, se estimó en detalle el valor económico de tres obras hidráulicas seleccionadas por los usos que éstas permiten dar al agua: Limarí (riego); Maipo (riego y agua potable) y Laja (riego y generación eléctrica). El Cuadro 2.17 muestra el resultado de las estimaciones y la relación que existe entre el valor económico y los valores de reposición y marginal en el caso de las obras hidráulicas. Más específicamente, la relación promedio entre el valor económico y el costo de reposición de estas obras es de 38%, es decir, el costo de reponer la infraestructura es prácticamente 2,5 veces mayor que el valor económico asociado a la misma. Sin embargo, en el caso de la obra hidráulica ubicada en la Laguna del Laja (utilizada para almacenar agua para riego agrícola y para generación eléctrica) la relación entre valor económico y costo de reposición es de 1,72 veces. Por otra parte la relación precio valor de las obras hidráulicas seleccionadas, medida como la relación entre el valor marginal (disposición a pagar) y el valor económico, es de 0,37 veces.

Cuadro 2.17
Resumen Valoración de Obras Hidráulicas

	Valor de Reposición	Valor Marginal	Valor Económico			Ratios	
	MMUS\$ a	MMUS\$ b	Valor Intramarginal MMUS\$ c	Valor Marginal MMUS\$ d	Total MMUS\$ e=c+d	Ratio 1 e/a	Ratio 2 b/c
Obras Hidráulicas	2.629	1.017	256	149	405		
Sistemas embalse-canales Seleccionados	1.056	149	256	149	405	0,38	0,37
<i>Limari</i>	283	79	97	79	176	0,62	0,45
<i>Maipo</i>	683	50	24	50	74	0,11	0,67
<i>Laja</i>	90	20	135	20	155	1,72	0,13
Otros sistemas embalse-canales	789	104	n.e	104	n.e		
Otros Embalses	394	376	n.e	376	n.e		
Otros Canales	390	239	n.e	239	n.e		

Fuente: Elaboración propia.

Nota: n.e. corresponde a estimaciones no consideradas en el estudio.

3. Agua Potable Rural

3.1. Valor de Reposición de Obras de APR

El valor de reposición de la infraestructura de agua potable rural se estimará como el producto entre el *número de arranques por su respectivo costo unitario*¹⁶. Para tales efectos, es necesario señalar que los arranques deben ser agrupados en dos categorías: a) arranques en zonas densamente pobladas¹⁷; y b) arranques en zonas medianamente pobladas¹⁸, ya que el costo por arranque estimado en cada caso difiere significativamente, estimándose que este asciende a \$ 1,2 millones y \$ 3,6 millones por arranque, respectivamente.

Sin embargo, según lo informado por las autoridades del sector¹⁹, en el país actualmente sólo existen habilitados arranques de agua potable rural en zonas densamente pobladas. En consecuencia, el valor de reposición de los arranques de agua potable rural, corresponde lisa y llanamente al *número de arranques por el valor unitario de los arranques de zona densamente pobladas*.

Para estimar el stock de arranques rurales en el país, se calculó en base a la diferencia del porcentaje de arranques en déficit entregados por el Departamento de Programas Sanitarios del MOP, alcanzando este valor a 236.313 unidades a lo largo de todo el país.

De esta forma como se puede ver en el Cuadro 3.1, el valor de reposición total para el total de servicios de APR en Localidades Concentradas es de MMUS\$ 463 equivalente a 285 mil millones de pesos de Junio del 2001.

¹⁶ A cada arranque corresponde un hogar rural. Para mayores detalles técnicos ver el segundo informe de avance de la presente asesoría.

¹⁷ Una zona densamente poblada se define como aquella que tiene una población entre 150 y 3.000 habitantes y existen más de 15 viviendas por km red.

¹⁸ La zona semi poblada es aquella con al menos 80 personas y menos de 8 viviendas por km. red.

¹⁹ Comunicación Personal Sr. Reinaldo Fuentealba, Jefe Departamento de Programas Sanitarios MOP.

Al comparar este valor con la estimación entregada en diciembre del 2000 por Geotecnia²⁰, se tiene un número menor en un 10% (MMUS\$ 514 v/s 463). Esta diferencia es causada principalmente por el hecho que el 52% de los arranques valorados en ese estudio son de la década de los sesenta, años donde los costos de construcción de los sistemas eran mayores por el uso de tecnologías más antiguas y también debido a los mayores costos por concepto de mano de obra.

Finalmente, cabe mencionar que este Programa de APR Concentrado en la actualidad tiene un 96% de cobertura a nivel nacional y se espera en el corto plazo alcanzar el 100% con un total de 1.250 servicios a nivel nacional y un 1.300.000 habitantes de escasos recursos (MOP 2001²¹).

Cuadro 3.1
Valor de Reposición Agua Potable Rural
APR Localidades Concentradas
(cifras en pesos y dólares de Junio del 2001)

Región	Nº Arranques	Servicio	Población Abastecida	Valor ⁽¹⁾ Reposición MM\$ ⁽²⁾	Valor Reposición MMUS\$ ⁽²⁾
I	1.528	21	5.457	1.845	3,0
II	1.778	7	5.254	2.147	3,5
III	2.356	25	10.634	2.845	4,6
IV	22.279	152	112.772	26.899	43,7
V	20.888	121	100.186	25.219	40,9
VI	44.618	178	215.984	53.870	87,4
VII	44.143	208	219.301	53.296	86,5
VIII	27.719	138	152.898	33.467	54,3
IX	18.578	149	96.856	22.430	36,4
X	17.516	112	88.318	21.148	34,3
XI	3.465	27	12.849	4.183	6,8
XII	241	4	946	291	0,5
RM	31.204	94	183.870	37.674	61,2
Total	236.313	1.236	1.205.325	285.315	463,1

Nota:

⁽¹⁾ El costo por arranque según Comunicación Personal del Sr. Reinaldo Fuentealba Jefe de Programas Sanitarios del MOP asciende a M\$ 1.190.

⁽²⁾ Valores en pesos y dólares de Junio del 2001 (\$616/US\$).

Fuente: Área de Programación y Gestión. Programa de Agua Potable Rural. Dirección de Planeamiento, MOP.

²⁰ Geotecnia Consultores S.A. "Plan Director de Infraestructura 2000-2010", 2001.

²¹ "Programa Nacional de Agua Potable Rural". Dirección de Agua Potable Rural, MOP. Abril del 2001.

3.2 Valor Marginal de Obras de APR

Dado que los usuarios de sistemas de agua potable rural no pagan por tener acceso a esta infraestructura y sólo en algunos casos cancelan cuotas asociadas al mantenimiento del sistema se puede señalar que la disposición a pagar o valor marginal de la infraestructura de APR es igual a cero.

3.3 Valor Económico de Obras de APR

Como ha sido señalado antes, el valor económico es la suma de la disposición a pagar en el margen, más la valoración intramarginal, más (menos) las posibles externalidades positivas (negativas).

En el caso del agua potable, es claro que existe una valoración intramarginal elevada: “los primeros” litros de agua potable son mucho más valiosos que los últimos. Esto tiene una contraparte empírica observable: se ha visto que en comunidades de extrema pobreza sin acceso a red de agua, de todas formas los pobladores compran el agua en camiones cisterna a un precio muchas veces superior al precio que pagan una vez que existe la red de agua. En este sentido se cotizó por el servicio de camiones cisternas en distintas zonas rurales del país distantes entre 5 y 15 km de algún centro urbano o semi urbano, el precio promedio obtenido fue de \$ 60.000 por camión aljibe contratado. El camión aljibe entrega 8 metros cúbicos de agua potable en un radio máximo de 15 km. Es decir, el costo promedio del metro cúbico de agua entregado a través de camión aljibe es de \$ 500. Sin embargo, este precio corresponde a un mercado de reparto de agua potable en camiones aljibes escasamente desarrollado y, por lo tanto, lo más probable es que en un escenario de mayor competencia el servicio, o el agua entregada propiamente tal, tendría un precio menor. Para efectos de nuestra estimación

utilizaremos un precio del agua de \$ 330 por m³ equivalente al 66% (2/3 aproximadamente) del valor promedio cotizado.

Por otra parte, según estudios de Mideplan del año 1995²², se estima que el consumo promedio de agua potable por arranque en los sistemas de agua potable rural es de 12,5 m³ mientras que en el consumo en localidades con sistemas rudimentarios de producción de agua (pilonos y norias) se estima que el consumo se ubica entre 3 y 5 m³ por arranque. Luego, para efectos de estimar el valor intramarginal del agua se supone que los usuarios estarán dispuestos a pagar un sobre precio por los primeros litros consumidos que en este caso se suponen equivalentes al 25% del consumo promedio registrado en los sistemas de agua potable rural, es decir, 3,13 m³ por arranque. Esta cifra es consistente con el mínimo consumo registrado en los sistemas rudimentarios de producción de agua.

Utilizando el número de arranques presentado en el cuadro 2.6 anterior se obtiene que el consumo total anual de los primeros litros de agua, cuya valoración es mayor, es de 8,9 millones de metros cúbicos. Si a este consumo se le aplica la tarifa de \$ 330 por m³ por km, utilizando una distancia media de 10 km., se obtiene que la valoración anual de esos primeros litros de consumo es de MMUS\$ 47,5. Luego, utilizando una perpetuidad con tasa de descuento del 12% se obtiene que el valor presente intramarginal del agua y por lo tanto de la infraestructura de agua potable rural es de MMUS\$ 395,6. El Cuadro 3.2 muestra en resumen del cálculo anterior para distintos escenarios de distancia recorrida por el camión aljibe.

²² Estudios de Demanda de Agua en Sectores Rurales, Mideplan 1995, citados en “Programa Nacional de Agua Potable Rural”, p.p. 98, Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas año 2001.

Cuadro 3.2
Valor Intramarginal de Obras de Agua Potable Rural

Distancia recorrida por camión aljibe	Precio promedio agua: cotizado en camión aljibe	Precio promedio agua corregido: cotizado en camión aljibe	Consumo promedio "primeros litros"	Total Arranques	Pago Anual por "primeros litros"	Valor Presente a Perpetuidad
km (a)	\$/m3/km (b)	\$/m3/km (c)=(b)*66%	m3/arranque/año (d)	número (e)	MMUS\$ (f) = (a)*(c)*(d)*(e)/(616*1.000.000)	MMUS\$ (f)=(e)/12%
15	500	330	37,50	236.313	71,2	593,4
10	500	330	37,50	236.313	47,5	395,6
5	500	330	37,50	236.313	23,7	197,8

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a las externalidades, el problema es menos claro, ya que conceptualmente no es tan evidente que el costo en términos de enfermedades y mortalidad deba necesariamente considerarse como una "externalidad". Una dimensión en que la morbilidad puede entenderse como externalidad viene del hecho de que la salud, para el segmento de usuarios que estamos hablando, es típicamente subsidiada por el Estado. Luego, una obra de agua potable que reduce la morbilidad, reduce el costo fiscal por este concepto. En este sentido, la avenida más lógica para aproximarse al valor económico es pensar el problema en términos de una corrección por la valoración intramarginal del servicio más un concepto acotado de externalidades en el ámbito del ahorro fiscal por subsidio a la salud. En este sentido, se utiliza como indicador la incidencia de fiebre tifoidea²³, asociada a la disposición de agua potable y alcantarillado y se estima un porcentaje de reducción en el número de casos que se asociaría a la disposición de agua potable. Este menor número de casos se multiplica por el costo social relacionado al tratamiento de esta enfermedad.

El costo social de cada enfermo de tífus o para tífus se puede estimar según tres métodos: costo de enfermedad; disposición a pagar por reducir la probabilidad de enfermarse y encuestas (valoración contingente). En este estudio utilizaremos los resultados obtenidos por Sánchez (1994) que se basan en el método de costo de enfermedad en el que se mide el costo del tratamiento médico, el ingreso no percibido

²³ Eventualmente se podría incorporar a los casos de hepatitis, sin embargo, el mecanismo de transmisión de esta enfermedad corresponde al ciclo corto al contrario de lo que ocurre con el tífus que corresponde al ciclo largo. El ciclo corto se asocia a hábitos higiénicos inadecuados que facilitan la propagación de la enfermedad, mientras que el ciclo largo corresponde a la contaminación de las aguas de alcantarillado debida a la llegada de excretas de portadores de tífus. Estas aguas son vertidas en ríos y canales, y luego son utilizadas para el riego de predios agrícolas donde se cultivan hortalizas que habitualmente se consumen crudas.

debido a la ausencia laboral del enfermo y su familia, y/o el ingreso no percibido en el futuro por muerte prematura²⁴. Estos resultados indican que el costo en salud asociado al tifus debido a la contaminación de aguas en la Región Metropolitana fue de MMUS\$ 2,9 durante el año 1990 cuando en promedio se registraban del orden de 5.000 casos al año²⁵. Luego, el costo promedio por cada caso de tifus habría sido de US\$ 557 en el año 1990.

La evolución del número de casos de fiebre tifoidea durante la década de los noventa se muestra en el Cuadro 3.3. Ahí se aprecia una considerable baja en las tasas de incidencia a contar del año 1995 llegando a cifras de 5,0 casos al año por cada 100 mil habitantes en el año 1999.

Cuadro 3.3
Evolución de Tasa de Incidencia de Fiebre Tifoidea

Año	Tasa de Incidencia Casos / 100 mil hab	Población Numero Personas	Casos Número Personas
1990	39,1	13.099.513	5.125
1991	37,1	13.319.726	4.942
1992	13,8	13.544.965	1.866
1993	11,6	13.771.187	1.594
1994	10,8	13.994.356	1.517
1995	9,7	14.210.429	1.383
1996	9,4	14.418.864	1.351
1997	8,4	14.622.354	1.235
1998	7,3	14.821.714	1.089
1999	5,0	15.017.760	745
2000	5,8	15.211.308	882

Fuente: Elaboración propia en base a información del Ministerio de Salud (Tasa de Incidencia *) y CEPAL (Población).

* Los valores de las tasa de incidencia son aproximados ya que sólo se tuvo acceso a información gráfica. Sin embargo, las cifras correspondientes a los años 1999 y 2000 corresponden a las tasas reportadas por el Ministerio de Salud en su publicación electrónica e-vigía.

Paralelamente a las reducciones de las tasas de incidencia de fiebre tifoidea durante la década de los noventa se incrementó considerablemente la cobertura de APR en

²⁴ Este enfoque entrega una estimación que se interpreta como un límite inferior de los beneficios de evitar la enfermedad.

²⁵ Este cálculo utiliza las tasas de incidencia promedio de tifus durante 1985-1989 reportadas en Ríos (1995) y la población estimada por CEPAL e INE para el total país y la RM durante el año 1990 corregido por la tasa promedio anual de crecimiento, período 1990-1995, de la población en la RM y en el resto del país.

zonas densamente pobladas que se estima²⁶ consiste en una población objetivo de 1,3 millones de personas. En efecto, hasta 1993 existían 783 sistemas de APR (construidos entre 1964 y dicho año) que beneficiaban a una población aproximada de 750 mil habitantes, mientras que en el período 1994-2000 se implementaron 453 sistemas adicionales de APR beneficiando a 433 mil nuevos usuarios²⁷.

Luego, el valor de la externalidad asociada a los sistemas de APR se estima de la siguiente forma: Considerando como universo de beneficiados el 1,3 millones de personas que pretende cubrir el programa de APR en localidades concentradas se calcula el valor presente a perpetuidad asociado al ahorro por concepto de menor número de casos de fiebre tifoidea, tomado como punto de partida el número de casos promedio durante el período 1990-1993. El Cuadro 3.4 muestra el detalle del cálculo, ahí se aprecia que el beneficio social del APR por concepto de reducción en casos de fiebre tifoidea es de MMUS\$ 2,4.

Cuadro 3.4
Estimación del Valor por Externalidad del APR

Año	Casos en Población Objetivo Número	Reducción Respecto Año Anterior Número	Valor Presente Ahorro Estimado US\$	Valor Presente a Perpetuidad US\$
(a)		(b)	(c) = (b) * US\$ 557 / ((1+12%)^((a)-2001))	(d) = (c) / 12%
Promedio 1990-1993	330			
1994	141	189	233.045	1.942.043
1995	127	14	15.753	131.278
1996	122	5	4.689	39.071
1997	110	12	10.465	87.212
1998	96	14	11.213	93.441
1999	64	31	21.692	180.764
2000	75	11	6.820	56.834
Total				2.416.976

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se podría pensar que el cálculo anterior sobreestima el aporte de APR en la reducción de fiebre tifoidea. En efecto, según Sánchez (1994), del total de casos de tífus y paratífus registrados entre 1985 y 1991 sólo un 64% se debería a problemas de contaminación de aguas. Sin embargo, la cifra de MMUS\$ 2,4 presentada en el Cuadro 3.4 anterior no considera el impacto que pudiera existir en la población que no está considerada en la población objetivo del programa de agua potable rural en zonas

²⁶ Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas.

concentradas. Por lo tanto, *el valor económico de la infraestructura de APR es de US\$ 398 millones* que se descomponen en US\$ 395,6 millones en valor intramarginal, US\$ 2,4 millones por externalidad y US\$ 0 por valor marginal.

3.4 Resumen Valoración APR

La valoración de la infraestructura de agua potable rural consistió en estimar el valor de reposición y el valor económico de los sistemas de agua potable rural. El valor marginal de la infraestructura se supone igual a cero dado que los usuarios no pagan por disponer de ella. La estimación del valor de reposición consideró la inversión en arranques instalados en zonas densamente pobladas mientras que la estimación del valor económico consideró el valor intramarginal del agua potable y las externalidades por concepto de reducción en casos de enfermedades de ciclo largo como la fiebre tifoidea.

El Cuadro 2.5 muestra el resultado de las estimaciones y la relación que existe entre el valor económico y los valores de reposición y marginal en el caso de las obras hidráulicas. Más específicamente, la relación entre el valor económico y el costo de reposición de estas obras es de 86%, es decir, el costo de reponer la infraestructura es cercano al valor económico asociado a la misma. Por otra parte el valor de la relación entre el valor marginal (disposición a pagar) y el valor económico es de cero veces.

Cuadro 2.5
Resumen Valoración de Agua Potable Rural

Valor de Reposición MMUS\$ a	Valor Marginal MMUS\$ b	Valor Económico				Ratios	
		Valor Intramarginal MMUS\$ c	Externalidad MMUS\$	Valor Marginal MMUS\$ d	Total MMUS\$ e=c+d	Ratio 1 e/a	Ratio 2 b/e
463	0	396	2	0	398	0,86	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Nota: n.e. corresponde a estimaciones no consideradas en el estudio

²⁷ El número de beneficiados se estima en base a un promedio de 191 arranques por sistema de APR

donde cada arranque corresponde en promedio a una familia compuesta por 5 personas.

4. Valoración Obras Portuarias.

4.1 Valor de Reposición de Obras Portuarias.

La estimación del valor de reposición de los puertos está centrada en las obras de infraestructura, excluyendo así las maquinarias y otros tipos de activos mobiliarios empleados en los puertos – por ejemplo, grúas -. Esto, ya que el presente estudio tiene por objeto catastrar y valorar sólo la infraestructura que se encuentra bajo la influencia del MOP²⁸.

La infraestructura portuaria puede separarse en dos grandes grupos: según infraestructura vertical e infraestructura horizontal. La infraestructura vertical se compone de las *oficinas* y *almacenes* y, la infraestructura horizontal abarca los *molos de abrigo*, *molecón*, *muelle*, *explanadas* y *espigón*. En consecuencia, la estimación del valor de reposición de estos activos, para los trece puertos bajo la influencia del MOP se realizará agrupándolas en estas categorías.

Para la estimación del valor de reposición, al igual que las obras hidráulicas, se requiere contar con una estimación de costo unitario – US\$/mtr³, US\$/mtr², US\$/km., etc. - y el volumen total de unidades - mtr³, mtr², kilómetro, etc. - y, en base a la multiplicación de ambos factores, se obtiene el valor de reposición total de las obras portuarias. Para tales efectos, siguiendo los lineamientos metodológicos de INECON (1998)²⁹, se empleará el *costo equivalente por unidad de carga*. Este enfoque no se orienta a valorizar la infraestructura actualmente existente en los puertos, sino que estima el valor de la infraestructura que se requeriría para reemplazar el puerto actual por uno

²⁸ En este caso en particular, según la Ley N° 19.542, el MOP tiene el rol de fiscalizar las obras realizadas al interior de los puertos.

²⁹ INECON (1998). “Valorización Activo Fijo: Emporchi”. Estudio realizado a solicitud de Emporchi.

con igual capacidad de carga dada la tecnología actual³⁰, lo cual, dado que los diferentes puertos cuentan con diferentes características – profundidad del mar, tipo de protecciones, etc. -, lo que implicó estimar un costo equivalente para cada uno de los puertos.

Por otra parte, debido a que las estimaciones realizadas por INECON son relativamente recientes (diciembre de 1996), se estima que la tecnología vigente a la fecha de la estimación realizada por INECON no ha variado significativamente en los últimos cuatro años y, en consecuencia, es válido emplear dichas estimaciones como referente del costo unitario de reposición actual, habida cuenta de los ajustes por concepto de variación del índice de precios relevantes. De modo consecuente con lo anterior, la variable de escala para estimar el valor de reposición de los diferentes puertos será la capacidad de carga de los mismos.

Además si consideramos la antigüedad de la mayoría de los puertos evaluados y la nueva concepción, de eficiencia en la movilización de carga en puertos que se emplea hace un par de décadas, podemos decir, que un puerto construido hace 20 o mas años, se encuentra en total desventaja frente a los puertos que se pueden construir actualmente. Por esta razón, si se utiliza una metodología, de costo de reposición, que considere las actuales obras portuarias, menos una depreciación natural de las obras, no se ajustaría al método mas adecuado de acuerdo a las características de nuestros puertos.

De esta forma, la alternativa de valoración utilizada, en las obras netamente portuarias, corresponde a la metodología de estimación del costo de reposición de cada uno de los puertos considerándolos como un *Activo Equivalente*. Esto, porque un puerto no puede

³⁰ Por ejemplo, si la tecnología portuaria empleada para la construcción de un determinado puerto implicaba contar con “x” mtr2 de malecones para una capacidad de carga de “y” ton. anuales, pero actualmente es posible contar con una capacidad de carga “y” ton. anuales construyendo “z” mtr2 de malecones – donde “z” < “x” -, para la estimación del valor de reposición equivalente considerará el costo de “z” mtr2 de malecones.

ser evaluado por sus obras sino, por su capacidad de movilizar carga en sus diferentes frentes y sitios de atraque.

A su vez, como un puerto no solo se compone de obras netamente portuaria, se deben valorar sus oficinas, almacenes y explanadas. Estas se valoraran según costo de tasación, en el caso de las oficinas y almacenes, y según costo de reposición en el caso de las explanadas.

4.1.1. Metodología Activo Equivalente Obras Portuarias.

La base de este modelo de valoración, consiste en obtener una dimensión óptima del activo, para abastecer un cierto nivel de demanda marcada por la realidad actual de cada uno de los puertos. De esta forma no se cuantifican las obras actuales, por el contrario, se estiman nuevas obras en base a las capacidades máximas de movilización de carga de los puertos³¹.

A grandes rasgos, la metodología se desarrolla bajo el siguiente esquema:

- a- Estimación de la capacidad actual y de las capacidades máximas de transferencia de los sitios de atraque y del puerto.
- b- Definición de un puerto equivalente, que cumpla con las mismas características de movilización de carga, pero con tecnología actual.
- c- Actualización los costo de construcción del puerto equivalente, dentro de los límites del emplazamiento actual de puerto en cuestión.

³¹ Tal como mencionábamos anteriormente, las bases para las estimaciones se extrajeron del estudio realizado por la empresa Inecon en el año 1998, y que corresponde a un fuente de información confiable por tratarse de un estudio relativamente cercano en el tiempo.

4.1.2. Metodología Activo Fijo (Oficinas, Almacenes, Explanadas).

4.1.2.1. Oficinas

La estimación del valor de estos activos, se relaciona directamente con su valor comercial. Para ello, se utilizaron los antecedentes que proporciona el estudio de Inecon. Estos, se actualizaron y como mencionamos anteriormente, se contabilizaron solo aquellas oficinas que tienen directa relación con el negocio o giro portuario.

Los antecedentes, consisten en datos de los m² construidos al año 2000³² y su tasación al año 1996. De esta forma, la actualización de estos datos utilizando el índice de variación de precios, permitió cuantificar el valor de cada propiedad, y posteriormente obtener un valor total en oficinas para el puerto.

4.1.2.2. Almacenes

Para los almacenes se utilizó el mismo método de valoración, pero cabe señalar, que solamente se contabilizaron aquellas bodegas que, de acuerdo a la información disponible, solo se utilizan para el almacenamiento cubierto de carga.

De esta forma los datos utilizados para valorar los almacenes, corresponden a m² construidos y su valor de tasación por m².

4.1.2.3. Explanadas.

³² Cabe señalar que la información respecto de los m² construidos y sus características en algunos casos fue bastante escasa, no existiendo un organismo centralizado que proporcione abiertamente este tipo de antecedentes, o una unidad específica por empresa portuaria que facilite la labor de recolección de la información relativa a su infraestructura.

En base a los antecedentes recopilados, el costo de reposición de estas obras se estimó en función del valor de los pavimentos utilizados en los puertos, ya sean carpeta asfálticas, hormigón y/o adocreto. El valor total de las explanadas se obtiene multiplicando las superficies totales por el factor en \$/m² para cada tipo de carpeta.

4.1.3. Puerto de Arica.

De acuerdo a los antecedentes proporcionado por el estudio de Inecon³³ se observa que el puerto de Arica tendría una capacidad nominal³⁴ de 6,1 Millones de Toneladas Métricas (TM) al año, que considerando una ocupación³⁵ óptima del 60% del puerto - Cuadro 4.1-, esta cifra se ajustaría a unos 3,7 Millones de TM al año.

Cuadro 4.1
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Arica

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON 2000 ³⁶	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/ANO	MTON/ANO
CONTENEDOR	455.979	37,79%	514,5	710	1.183
CARGA GENERAL	446.980	37,05%	119,7	1.817	3.028
GRANEL SOLIDO	276.505	22,92%	186,7	1.073	1.788
AUTOMOTOR	27.050	2,24%	100,0	69	115
TOTAL	1.206.514	100,00%	159,5	3.669	6.115

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Conforme con estos antecedentes, se puede decir que en términos de activo equivalente, corresponde a un puerto que cuente con 4 sitios de atraque³⁷. Estos sitios, estarían compuestos por un sitio especializado en la transferencia de contenedores -Sitio 3-, dos sitios especializados en transferencia de carga general -Sitio 1 y 2-, y por último uno que además de transferir carga general estaría equipado con modernos equipos

³³ Estudio, Valorización de Activos Fijos EMPORCHI; Inecon; 1998.

³⁴ Capacidad máxima promedio de transferencia de carga del puerto (TM/año), como resultado de la suma de las capacidades individuales de cada sitio del puerto.

³⁵ Factor de utilización óptimo, en base a la velocidad de transferencia y a sus expectativas de tiempo en servicio del puerto, normalmente estimado en 60%.

³⁶ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

³⁷ Ver. Estudio, Valorización de Activos EMPORCHI; Inecon; 1998.



para movilizar graneles -Sitio 4-. En base a esto, el valor de esta obras, ascendería a unos MMUS\$ 88,3. Ver Cuadro 4.2

Cuadro 4.2
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Arica

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL	PRECIO TOTAL
				DIC 96	\$ DIC 96	\$ JUN 2001
OBRAS COMUNES					24.808.463.640	29.415.347.047
6	MOLO DE ABRIGO					
6.1	MOLO TRAMO NORTE	ML	430	28.770.515	12.371.321.450	14.668.651.762
	MOLO DE DEFENSA EXPLANADA SUR					
7	DEFENSA OESTE EXPLANADA SUR	ML	220	21.766.600	4.788.652.000	5.677.895.355
7.1	DEFENSA SECTOR SUR EXPLANADA SUR	ML	465	16.448.366	7.648.490.190	9.068.799.930
MALECON DE CARGA GENERAL					6.599.492.991	7.825.005.993
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	360	16.216.527	5.837.949.720	6.922.045.619
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	13	2.821.191	36.675.483	43.486.049
3.2	DEFENSAS	Nº	24	8.275.662	198.615.888	235.498.472
3.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	66.000.000	66.000.000	78.256.072
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7.1	ESCOLLERA OESTE DARSENA	ML	510	550.690	280.851.900	333.005.551
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	153.600.000	153.600.000	182.123.221
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	25.800.000	25.800.000	30.591.010
MALECON DE CONTENEDORES					7.428.782.455	8.808.292.896
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	260	26.822.145	6.973.757.700	8.268.770.930
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	9	2.821.191	25.390.719	30.105.726
3.2	DEFENSAS	Nº	18	8.275.662	148.961.916	176.623.854
3.3	RIELES Y TOPES GRUAS	ML	520	202.831	105.472.120	125.058.087
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	54.000.000	54.000.000	64.027.695
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	104.400.000	104.400.000	123.786.877
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	16.800.000	16.800.000	19.919.727
MALECON DE GRANELES SOBRE CONTRAMOLO NORTE					3.990.977.820	4.732.094.633
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPALES					
1.1	MALECON	ML	225	14.844.282	3.339.963.362	3.960.188.057
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRQUE					
3.1	BITAS	Nº	8	2.821.191	22.569.528	26.760.645
3.2	DEFENSAS	Nº	15	8.275.662	124.134.930	147.186.545
3.3	PROTECCIONCATODICA DE PILOTES	GL	1	34.800.000	34.800.000	41.262.292
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7.1	ESCOLLERA INTERIOR CONTRAMOLO	ML	250	903.440	225.860.000	267.801.762
7.2	ESCOLLERA DEFENSA SECTOR NORTE EXLANADA ESTE	ML	175	782.000	136.850.000	162.262.779
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	90.000.000	90.000.000	106.712.825
11	INSTALACIONES DE A.P. Y DE ALCANTARILLADO	GL	1	16.800.000	16.800.000	19.919.727
TOTAL PUERTO						\$50.780.740.570
						US\$ 88.371.196

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En lo que respecta a su oficinas, el puerto cuenta con 363 m² construidos, avaluados en unos MMUS\$ 0,103. Ver Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación.

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
EDIFICIO ADM. ADUANA	144	120.985	17.421.840	20.951.393
OF. TERMINAL CONTENEDORES	50	137.984	6.899.200	8.296.934
OF SITIO 5 Y 6	30	169.458	5.083.740	6.113.673
BAÑOS SITIO 5 Y 6	30	169.458	5.083.740	6.113.673
CASA HABITACION	109	169.458	18.470.922	22.213.012
TOTAL	363		\$ 63.688.686	
			US\$ 103.379	

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998..

En cuanto a los almacenes cubiertos, el puerto de arica posee 15.976 m2, avaluados en unos MMUS\$ 2,3. Ver Cuadro 4.4

Cuadro 4.4
Valoración y Características de los Almacenes del Puerto de Arica.

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
COBERTIZO CARGA PELIGROSA	876	47.146	41.299.896	49.666.990
BODEGA 4A	2.100	90.838	190.759.800	229.406.513
ALMACEN N°1	1.993	96.947	193.215.371	232.359.567
ALMACEN N° 3	5.000	90.838	454.190.000	546.205.983
ALMACEN N° 6	3.000	90.838	272.514.000	327.723.590
ALMACEN DE MATERIALES	607	54.583	33.110.048	39.817.931
ALMACEN 4B	2.400	90.838	218.011.200	262.178.872
TOTAL	15.976		\$ 1.408.285.943	
			US\$ 2.285.919	

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998..

Finalmente bajo esta configuración se presenta el Cuadro 4.5, con el detalle de los costos de infraestructura netamente portuaria requerida para satisfacer las necesidades establecidas en el Cuadro 4.2 anterior.

Cuadro 4.5
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Arica

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO TMAÑO	VALOR \$	
INF VERTICAL				
OFICINAS	17,36	3.669.000	63.688.686	
ALMACENES	383,83		1.408.285.943	
INF HORIZONTAL				
MOLO	8.131,51		29.834.499.369	
MALECON	5.906,20		21.669.838.488	
MUELLE	-		-	
EXPLANADAS	1.204,43		4.419.053.005	
ESPIGÓN	-		-	
TOTAL³⁸				\$ 57.395.365.490 US\$ 93.163.708

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de las explanadas, consideradas como apoyo a la actividad portuaria, su valoración ascendió a unos MMUS\$ 7,2.

Finalmente, de acuerdo a las cifras del Cuadro 4.5 anterior, el puerto de Arica tendría un Costo Equivalente Total de US\$ 25,4 por cada tonelada de capacidad y su Valor de Reposición bajo el enfoque de Activo Equivalente ascendería a los MMUS\$ 93,2.

4.1.4. Puerto de Iquique.

La capacidad nominal estimada de movilización de carga del puerto ascendería a 5,6 Millones de Toneladas métricas al año, lo que con una corrección de acuerdo al porcentaje de utilización del 60% disminuiría a una capacidad de 3,4 Millones de Toneladas métricas al año (Ver Cuadro 4.6).

³⁸ Se considera UF Diciembre 1996 a \$13.280,43; UF Junio 2001 a \$15.970,96 ; US\$ = \$616,07.

Cuadro 4.6
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Iquique

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ³⁹	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
FRACCIONADA	145.283	12,53%	180,40	954	1.590
CONTENEDOR	553.644	47,77%	384,10	1.943	3.238
AUTOMOTOR	66.003		100,00	207	345
GRANEL SOLIDO	162.867	14,05%	186,70	172	286
GRANEL LIQUIDO	231.267	19,95%	240,00	110	184
TOTAL	1.159.064	100,00%	245,4	3.386	5.643

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

De acuerdo a su capacidad máxima, la configuración del puerto equivalente, consideró tres sitios de atraque, dos destinados a movilizar carga general -sitio 1 y 2- y uno destinado a movilizar contenedores -sitio 3-. Bajo este concepto, las obras de infraestructura portuaria equivalentes tendrían un costo de reposición, que ascendería a los MMUS\$ 76,0, y su detalle se encuentra reflejado en el Cuadro 4.7.

³⁹ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

Cuadro 4.7
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Iquique

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
OBRAS COMUNES					18.135.894.280	21.810.110.223
6	MOLO DE ABRIGO					
6.1	MOLO ABRIGO PRINCIPAL	ML	360	27.472.885	9.890.238.490	11.893.937.419
6	MOLO ABRIGO CABEZO RECTO	ML	180	31.587.104	5.685.678.692	6.837.560.754
7.1	MOLO UNIÓN ENTRE ISLA Y CONTINENTE	ML	500	5.119.954	2.559.977.097	3.078.612.049
MALECON DE CARGA GENERAL SITIO 1 Y 2					13.454.436.570	16.180.219.186
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	360	15.675.484	5.643.174.107	6.786.445.012
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	19	2.727.152	51.815.888	62.313.455
3.2	DEFENSAS	Nº	36	7.999.807	287.993.052	346.338.599
3.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	87.000.000	87.000.000	104.625.642
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7.1	DEFENSA COSTADO EXPLANADA	ML	295	24.164.995	7.128.673.523	8.572.897.089
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO					
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	219.240.000	219.240.000	263.656.619
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO					
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	36.540.000	36.540.000	43.942.770
MALECON DE CONTENEDORES SITIO 3					7.316.676.338	8.798.988.069
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	260	25.928.088	6.741.302.960	8.107.047.733
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	9	2.727.152	24.544.368	29.516.900
3.2	DEFENSAS	Nº	18	7.999.807	143.996.526	173.169.299
3.3	RIELES Y TOPES GRUAS	ML	520	196.070	101.956.483	122.612.213
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	52.200.000	52.200.000	62.775.385
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7.1	DEFENSA COSTADO EXPLANADA	ML	230	589.200	135.516.000	162.970.673
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO					
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	100.920.000	100.920.000	121.365.745
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO					
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	16.240.000	16.240.000	19.530.120
TOTAL PUERTO					\$ 46.789.317.477	US\$ 75.948.054

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En cuanto a sus oficinas, en total fueron considerados 1.242 m² construidos, que corresponden al área actual de oficinas que posee el puerto (Ver Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación.

	M2	\$ Costo Unitario DIC 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
EDIFICIO ADM. ADUANA	758	261.492	198.210.936	238.367.201
OF. MOLO Y BAÑOS	26	168.458	4.418.653	5.313.844
CASETA CENTRAL + ADUANA	60	169.458	10.167.480	12.227.346
OF. ADUANA, INGRESO.	241	230.017	55.434.097	66.664.690
OF CONTROL TRANSITO	18	120.985	2.117.238	2.546.176
CASA HABITACION	139	309.965	43.023.142	51.739.355
TOTAL			\$ 313.371.546	376.858.613
			US\$	611.713,9490

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Paralelamente los almacenes suman un área total construida de 9.680 m² -Ver Cuadro 4.9- y sus costos de reposición ascenderían a los MMUS\$ 2,284.

Cuadro 4.9
Valoración y características de los Almacenes del puerto de Iquique.

	M2	C. UNIT DIC 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
ALMACEN 1	4.469	120.852	540.087.588	649.505.872
ALMACEN 2	4.469	120.852	540.087.588	649.505.872
OTRO	742	120.852	89.672.184	107.839.194
TOTAL	9.680		\$ 1.169.847.360	1.406.850.937
			US\$	2.283.589

Respecto de las explanadas, solo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y su valoración asciende a unos MMUS\$ 5,0.

Cuadro 4.10
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Iquique

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA DEL PUERTO	VALOR \$
INF VERTICAL		3.386.000	
OFICINAS	111		376.858.612,54
ALMACENES	415		1.406.850.937,26
INF HORIZONTAL	-		-
MOLO	6.441		21.810.110.222,69
MALECON	7.377		24.979.207.254,40
MUELLE	-		-
EXPLANADAS	920		3.114.151.084
ESPIGÓN	-		-
Total			
			US\$ 83.898.223

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el valor de reposición del activo equivalente del puerto de Iquique, es de MMUS\$ 83,9 -Ver Cuadro 4.10 anterior-, equivalente a unos US\$ 24,8 por TM de capacidad del puerto.

4.1.5. Puerto de Antofagasta.

La eficiencia, fue una de las variables que incidió en el tamaño de este puerto, aunque reducido, su capacidad se mantendría inalterada, por lo tanto, su capacidad nominal de movilización de carga asciende a los 7,9 Millones de Toneladas Métricas al Año. Cifra que ajustada a una ocupación del 60%, disminuye a unos 4,7 Millones. -Ver Cuadro 4.11-.

Cuadro 4.11
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Antofagasta

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ⁴⁰	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
CONTENEDOR	469.369	17,41%	361,70	915	1.525
CARGA GENERAL	2.084.112	77,31%	119,10	3.012	5.021
GRANEL LIQUIDO	142.258	5,28%	186,70	816	1.359
TOTAL	2.695.739	100,00%	147,3	4.743	7.905

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

De esta forma, al considerar las capacidades anuales del puerto, su configuración como activo equivalente, corresponde a un puerto constituido por un molo de abrigo y cinco sitios de atraque. Estos sitios, están compuestos por: tres sitios destinados a movilizar carga general -sitios 1, 2 y 3-, un sitio que se especializa en movilización de carga en contenedores -sitio 4- y por último, el malecón destinado exclusivamente a movilizar graneles. De esta forma se estimó que el costo de las obras ascendería a unos MMUS\$ 94,595. El detalle de los costos y de las obras portuarias, se encuentra en el Cuadro 4.12.

Cuadro 4.12

⁴⁰ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Antofagasta

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNTE. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
OBRAS COMUNES					25.764.161.910	30.983.815.983
6	MOLO DE ABRIGO					
6.1	MOLO OESTE TRAMO NORTE	ML	230	31.989.896	7.357.676.183	8.848.294.220
6.3	MOLO OESTE TRAMO SUR	ML	280	27.428.936	7.680.102.025	9.236.041.472
6.4	MOLO SUR	ML	400	20.783.897	8.313.558.692	9.997.832.399
6.5	CONTRAMOLO NORTE	ML	215	11.222.442	2.412.825.010	2.901.647.892
MALECON DE CARGA GENERAL SITIO 1, 2 Y 3					8.927.919.483	10.736.658.749
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	540	15.540.383	8.391.806.718	10.091.932.974
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	11	2.703.642	29.740.062	35.765.208
3.2	DEFENSAS	Nº	21	7.930.843	166.547.703	200.289.200
3.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	86.250.000	86.250.000	103.723.697
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	217.350.000	217.350.000	261.383.717
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	36.225.000	36.225.000	43.563.953
MALECON DE CONTENEDORES SITIO 4					7.208.302.709	8.668.658.637
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	260	25.704.604	6.683.197.157	8.037.170.066
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	9	2.703.642	24.332.778	29.262.443
3.2	DEFENSAS	Nº	18	7.930.843	142.755.174	171.676.457
3.3	RIELES Y TOPES GRUAS	ML	520	194.380	101.077.600	121.555.274
3.4	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	51.750.000	51.750.000	62.234.218
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7.1	DEFENSA COSTADO EXPLANADA	ML	132,5	672.000	89.040.000	107.078.933
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	100.050.000	100.050.000	120.319.489
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	16.100.000	16.100.000	19.361.757
MALECON DE GRANELES					6.559.276.303	7.888.143.642
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	240	25.707.958	6.169.910.037	7.419.894.266
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	9	2.703.642	24.332.778	29.262.443
3.2	DEFENSAS	Nº	16	7.930.843	126.893.488	152.601.295
3.4	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	46.000.000	46.000.000	55.319.305
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7.1	DEFENSA COSTADO EXPLANADA	ML	132,5	672.000	89.040.000	107.078.933
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	87.000.000	87.000.000	104.625.642
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	16.100.000	16.100.000	19.361.757
TOTAL PUERTO					\$ 58.277.277.012	US\$ 94.595.220

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Como respaldo a las operaciones navieras, el puerto conserva sus 4.000 m² de oficinas, los que se distribuyen en una serie de edificios pertenecientes al puerto -Ver detalle en Cuadro 4.13- y su valor de reposición ascendería a unos MMUS\$ 1,527.

Cuadro 4.13
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT. DIC 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
OF TRAFICO	83	169.458	14.065.014	16.914.496
OF AREA CONTAINER	21	87.120	1.829.520	2.200.169
EDIF AGUNSA	10	15.000	150.000	180.389
EDIF EX ENAFRI	2.945	169.458	499.053.810	600.158.913
EDIF ADMINISTRACION	680	309.965	210.776.200	253.478.107
COMEDOR EJECUTIVOS	84	193.761	16.275.924	19.573.322
CASA HABITACION	176	230.017	40.482.992	48.684.587
TOTAL	3.999	\$	782.633.460	941.189.983
		US\$		1.527.732

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Por otro lado, el puerto cuenta con cuatro almacenes cubiertos que suman un total de 13.500 m² construidos, avaluados en MMUS\$ 3,0, para detalles ver Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14
Valoración y características de los Almacenes del puerto de Antofagasta.

	M2	C. UNIT 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
ALMACEN 1	5.000	120.852	604.260.000	726.679.203
ALMACEN 2	5.000	120.852	604.260.000	726.679.203
ALMACEN TRANS. BOLIVIA	3.000	90.838	272.514.000	327.723.590
ALMACEN MATERIALES	500	90.838	45.419.000	54.620.598
TOTAL	13.500	\$	1.526.453.000	1.835.702.594
		US\$		2.979.698

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En lo que respecta a las explanadas, solo fueron consideradas las que, de acuerdo a los antecedentes, se sabe que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, por lo que su valoración ascendió a unos MMUS\$ 5,1.

Cuadro 4.15
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Antofagasta.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$ JUNIO 2001	
INF VERTICAL				
OFICINAS	198	4.743.000	941.189.982,88	
ALMACENES	387		1.835.702.594,33	
INF HORIZONTAL	-		-	
MOLO	6.533		30.983.815.982,69	
MALECON	5.754		27.293.461.028,97	
MUELLE	-		-	
EXPLANADAS	665		3.154.792.352,-	
ESPIGÓN	-		-	
Total			\$	64.208.961.941
			US\$	104.223.484

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Finalmente, el valor del activo equivalente del puerto de Antofagasta, asciende a unos MMUS\$ 104,2, -Ver Cuadro 4.15 anterior-, lo que equivale a US\$ 22,0 por TM movilizada por el puerto.

4.1.6. Puerto de Coquimbo.

El puerto de Coquimbo, posee una capacidad Nominal para movilizar 3,1 Millones de TM anuales, lo que suponiendo una ocupación del 60%, se reduciría a una capacidad real de movilización de 1,8 Millones de TM anuales. Ver Cuadro 4.16.

Cuadro 4.16
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Coquimbo

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ⁴¹	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
CONTENEDOR	24.379	7,96%	523,70	723	1.204
CARGA GENERAL	281.907	92,04%	113,90	471	786
GRANEL LIQUIDO	0	0,00%	186,70	687	1.145
TOTAL	306.286	100,00%	204,5	1.881	3.135

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En base a estos antecedentes, la configuración adoptada como puerto equivalente para Coquimbo se compone de dos sitios de atraque: sitio 1, compuesto por un malecón especializado en contenedores y sitio 2 compuesto por otro malecón, preparado para

⁴¹ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

movilizar carga general. El valor estimado para estas obras portuarias correspondería a MMUS\$ 14,2, detalle que se puede apreciar en el Cuadro 4.17.

Cuadro 4.17
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Coquimbo

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
MALECON DE CARGA GENERAL SITIO 2					3.109.796.888	3.739.821.806
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	180	15.542.757	2.797.696.278	3.364.491.613
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	N°	7	2.703.642	18.925.494	22.759.678
3.2	DEFENSAS	N°	12	7.930.843	95.170.116	114.450.972
3.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	34.500.000	34.500.000	41.489.479
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7	ESCOLLERA TRAMO SUR EXPLANADA	ML	155	491.000	76.105.000	91.523.385
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	74.750.000	74.750.000	89.893.871
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	12.650.000	12.650.000	15.212.809
MALECON DE CONTENEDORES SITIO 1					4.157.743.936	5.000.076.209
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	240	15.515.886	3.723.812.670	4.478.233.250
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	N°	9	2.703.642	24.332.778	29.262.443
3.2	DEFENSAS	N°	16	7.930.843	126.893.488	152.601.295
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	46.000.000	46.000.000	55.319.305
7	OBRAS DE PROTECCION COSTERA					
7.1	ESCOLLERA TRAMO NORTE EXPLANADA	ML	85	1.473.000	125.205.000	150.570.731
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	95.000.000	95.000.000	114.246.391
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	16.500.000	16.500.000	19.842.794
TOTAL PUERTO					\$ 8.739.898.015	US\$ 14.186.534

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En cuanto a sus obras verticales, las oficinas están constituidas por unos 600 m² construidos, obras que son valoradas en unos MMUS\$ 0,280 y que se configuran de acuerdo a las obras señaladas en el Cuadro 4.18.

Cuadro 4.18
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

OFICINAS	M2	C. UNIT 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
OF CENTRAL OPERACIONES	132	169.458	22.368.456	26.900.162
OFICINA TECNICA	24	169.458	4.005.987	4.817.574
EDIF. ADMIN. Y CASA HAB	443	261.492	115.919.404	139.403.932
TOTAL	599	\$	142.293.847	171.121.668
		US\$		277.763

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En relación a sus almacenes, el puerto cuenta con 6.240 m² construidos, y el valor de estas obras, ascenderían a unos MMUS\$ 1,1 -Ver Cuadro 4.19-.

Cuadro 4.19
Valoración y características de los Almacenes del puerto de Coquimbo.

	M2	C. UNIF. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
ALMACEN 1	2.500	90.852	227.130.000	273.145.082
ALMACEN 2	2.500	90.852	227.130.000	273.145.082
ALMACEN MAT. Y ANEXO	413	90.838	37.534.262	45.138.462
OTROS	827	90.847	75.130.745	90.351.752
TOTAL	6.240		\$	681.780.379
			US\$	1.106.661

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Respecto de las explanadas, solo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y su valoración ascendió a unos MMUS\$ 1,4.

Finalmente, el valor activo equivalente total del puerto de Coquimbo, asciende a unos MMUS\$ 17,0 -Ver Cuadro 4.20-, lo que corresponde a unos US\$ 9,02 por TM capaz de movilizar en un año. Parece una cifra menor, comparada con los otros puertos, pero la razón de tener un índice tan bajo, se debe a que el puerto de Coquimbo cuenta con una zona de aguas abrigadas natural, por lo tanto no requiere de la construcción de un molo de abrigo, lo que normalmente incrementaría al doble el costo equivalente de un puerto.

Cuadro 4.20
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Coquimbo.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$	
INF VERTICAL				
OFICINAS	91	1.881.000	171.121.668,06	
ALMACENES	362		681.780.378,95	
INF HORIZONTAL	-		-	
MOLO	-		-	
MALECON	4.646		8.739.898.015,24	
MUELLE	-		-	
EXPLANADAS	458		860.982.823	
ESPIGÓN	-		-	
Total			\$	10.453.782.885
			US\$	16.968.499

Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. Puerto de Valparaíso.

La capacidad nominal de movilización de carga del puerto de Valparaíso, ascendería a unos 22,8 Millones de TM anuales, cifra que disminuye a la mitad, al contemplar una ocupación del 50% para el puerto, por lo que su capacidad económica alcanzaría los 11,4 Millones de TM al año. Ver Cuadro 4.21.

Cuadro 4.21
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Valparaíso

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ⁴²	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
CONTENEDOR	1.920.722	57,74%	511,00	9.438	19.234
FRACCIONADA	s/i	s/i	123,00	1.094	1.896
PALETIZADA	s/i	s/i	92,00	853	1.505
AUTOMOTOR	113.399	3,41%	100,00	89	153
TOTAL	3.326.624	100,00%	147,3	11.474	22.788

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

De esta forma, el puerto equivalente consideraría seis sitios de atraque, de los cuales los sitios 3 y 4 serían utilizados únicamente para movilizar contenedores y el resto para movilizar carga general. Además, se considera la construcción de un molo de abrigo de similares características al actualmente establecido en la bahía. El costo de estas obras ascenderían a un costo de MMUS\$ 139,6 y sus características corresponderían a las establecidas en el Cuadro 4.22.

⁴² Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

Cuadro 4.22
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Valparaíso

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
OBRAS COMUNES					48.825.810.166	58.717.606.367
6	MOLO DE ABRIGO					
6.1	MOLO SECTOR ATRAQUE < 18MTS	ML	168	19.577.490	3.289.018.239	3.955.352.254
6.3	MOLO SECTOR ATRAQUE > 18MTS	ML	123	52.844.872	6.499.919.271	7.816.761.255
6.4	MOLO ABRIGO, SECTOR PRINCIPAL	ML	700	55.766.961	39.036.872.656	46.945.492.858
MALECON DE CARGA GENERAL SITIO 1, 2, 5 Y 6					10.358.558.552	12.457.136.124
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	720	13.512.138	9.728.739.194	11.699.719.401
2	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
2.1	BITAS	Nº	14	2.350.993	32.913.902	39.582.048
2.2	DEFENSAS	Nº	28	6.896.385	193.098.780	232.219.355
2.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	95.000.000	95.000.000	114.246.391
3	OBRAS DE PROTECCION					
3.1	ESCOLLERA EXTREMO SUR	ML	20	740.625	14.812.500	17.813.418
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	253.443.256	253.443.256	304.789.235
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	40.550.920	40.550.920	48.766.276
MALECON DE CONTENEDORES SITIO 3 Y 4					12.306.949.504	14.800.258.595
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON	ML	520	22.349.390	11.621.682.638	13.976.161.054
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	16	2.350.993	37.615.888	45.236.626
3.2	DEFENSAS	Nº	28	6.896.385	193.098.780	232.219.355
3.3	RIELES Y TOPES GRUAS	ML	1.040	169.026	175.787.040	211.400.368
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	82.769.040	82.769.040	99.537.517
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	168.962.171	168.962.171	203.192.824
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	27.033.947	27.033.947	32.510.851
TOTAL PUERTO					85.975.001.086	139.553.949

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Respecto de sus oficinas, se consideró una superficie de 11.626 m², la que alcanzaría un valor de MMUS\$ 5,4. Ver Cuadro 4.23.

Cuadro 4.23
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
EDIF. TECNICO ING.	4.595	261.492	1.201.555.740	1.444.983.232
EDF. ADMINISTRACION	4.557	261.492	1.191.619.044	1.433.033.425
EDIF. TERM. CONT.	290	230.017	66.704.930	80.218.921
EDIF. OPERACIÓN	315	169.458	53.379.270	64.193.568
EDIF. ESPIGON	445	193.761	86.223.645	103.692.003
EDIF. PROG	452	226	102.152	122.847
EDIF. EXBOMBEROS	275	120.985	33.270.875	
EDIF. CASINO	697	193.761	135.051.417	162.411.969
TOTAL			\$	3.328.667.306
			US\$	5.403.067

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En los almacenes, solo fueron consideradas aquellas áreas destinadas 100% al almacenaje de cargas en espacios cerrados, éstas suman unos 43.747 m² de almacenes y de acuerdo al Cuadro 4.24, su valoración ascendería a los MMUS\$ 12,67.

Cuadro 4.24
Valoración y características de los Almacenes del puerto de Valparaíso.

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
ALMACEN B	10.800	193.761	2.092.618.800	2.516.569.957
ALMACEN C	10.800	193.761	2.092.618.800	2.516.569.957
ALMACEN K	5.000	120.852	604.260.000	726.679.203
ALMACEN L	3.500	1.750	6.125.000	7.365.886
ALMACEN P	875	169.458	148.275.750	178.315.467
ALMACEN N	12.772	120.852	1.543.521.744	1.856.229.356
TOTAL	43.747		\$	7.801.729.825
			US\$	12.663.707

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En cuanto a las explanadas, solo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y valoración ascendió a unos MMUS\$ 13,8.

En lo que respecta a obras relativamente nuevas, existe una inversión realizada entre los años de 1995 y 1999 que ascendió a los MMUS\$ 35.825 y que no fue considerada en los estudios utilizados como referencia. Si bien se sabe que esto permitió aumentar el calado, en unos 3 mts promedio, para los sitios 1, 2 y 3, suponemos que esto permitió aumentar la capacidad de movilización de carga, dato que hasta el momento se desconoce, y que se está a la espera de una pronta respuesta por parte de personal del puerto.

Cuadro 4.25
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Valparaíso.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$	
INF VERTICAL				
OFICINAS	290	11.474.000	3.328.667.305,70	
ALMACENES	680		7.801.729.825,35	
INF HORIZONTAL	-		-	
MOLO	5.117		58.717.606.367,35	
MALECON	2.376		27.257.394.718,74	
MUELLE	-		-	
EXPLANADAS	740		8.489.737.980	
ESPIGÓN	-		-	
Total			\$	105.595.136.198
			US\$	171.401.198

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma el puerto de Valparaíso, conservando sus capacidades y características, fue valorado, como activo equivalente, en unos MMUS\$ 171,4. - Ver Cuadro 4.25- Además, su razón, de sus costos versus su capacidad, ascendió a unos US\$ 14,9 por tonelada movilizada al año.

4.1.8. Puerto de San Antonio.

La capacidad nominal de movilización de carga del puerto de San Antonio ascendería a unos 28,3 Millones de TM al año, cifra que se ajustó a una ocupación del 50%, disminuyendo, a una capacidad real de 14,2 Millones de TM al año. Ver Cuadro 4.26-.

Cuadro 4.26
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de San Antonio

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ⁴³	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
FRACCIONADA		0,00%	134	1.494	2.670
PALETIZADA	1.366.315	18,71%	96	192	371
CONTENEDOR	3.348.645	45,86%	685,50	6.621	15.203
AUTOMOTOR	100.191	1,37%	100,00	100	192
GRANEL SOLIDO	2.319.010	31,76%	434,40	4.722	7.887
GRANEL LIQUIDO	168.057	2,30%	180,00	1.079	2.028
TOTAL	7.302.218	100,00%	349,7	14.208	28.351

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

⁴³ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

De esta forma, la configuración del puerto equivalente consiste siete sitios y un malecón, los que se separan en: sitios 1 y 2 especializado en contenedores; sitios 3, 4 y 5 concebidos para movilizar carga general; el sitio 6 para graneles sucios y el sitio 7 para graneles limpios. Además para resguardar las aguas de la bahía, se consideró la construcción de un molo de abrigo, con una longitud de 1.000 mts. Ver Cuadro 4.27-

Cuadro 4.27
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente San Antonio

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
OBRAS COMUNES					18.545.872.880	22.303.147.860
6	MOLO DE ABRIGO					
6.1	MOLO ABRIGO, SUR	ML	1.020	18.182.228	18.545.872.880	22.303.147.860
MALECON SUR CONTENEDORES SITIOS 1 Y 2					12.457.240.870	14.980.998.028
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	520	22.349.390	11.621.682.638	13.976.161.054
2	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
2.1	BITAS	Nº	16	2.350.993	37.615.888	45.236.626
2.2	DEFENSAS	Nº	28	6.896.385	193.098.780	232.219.355
	RIELES Y TOPEs GRUAS	ML	1.040	169.026	175.787.040	211.400.368
2.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	70.000.320	70.000.320	84.181.936
3	OBRAS DE PROTECCION					
3.1	ESCOLLERA CABEZAL MOLO SUR	ML	60	2.717.659	163.059.540	196.094.358
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	168.962.717	168.962.717	203.193.481
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	27.033.947	27.033.947	32.510.851
MALECON CARGA GENERAL SITIO 3, 4 Y 5					8.849.797.696	10.642.709.989
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	540	13.512.136	7.296.553.396	8.774.788.349
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	11	2.350.993	25.860.923	31.100.180
3.2	DEFENSAS	Nº	21	6.896.385	144.824.085	174.164.516
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	75.000.060	75.000.060	90.194.591
3	OBRAS DE PROTECCION					
3.1	ESCOLLERA CABEZAL ESPIGON	ML	400	2.717.659	1.087.063.600	1.307.295.718
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	190.082.442	190.082.442	228.591.926
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	30.413.190	30.413.190	36.574.707
TERMINAL GRANELES LIMPIOS SITIO 6					1.565.066.903	1.882.139.427
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MUELLE SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	1.123	889.668	999.097.164	1.201.507.846
1.2	DUQUES DE ALBA	Nº	2	156.212.192	312.424.384	375.719.562
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	8	2.051.156	16.409.248	19.733.656
3.2	DEFENSAS	Nº	4	6.896.385	27.585.540	33.174.194
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	30.000.567	30.000.567	36.078.490
7	OBRAS DE DEFENSA COSTERA	ML	210	855.000	179.550.000	215.925.679
TERMINAL GRANELES SUCIOS SITIO 7					1.565.066.903	1.882.139.427
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MUELLE SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	1.123	889.668	999.097.164	1.201.507.846
1.2	DUQUES DE ALBA	Nº	2	156.212.192	312.424.384	375.719.562
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	8	2.051.156	16.409.248	19.733.656
3.2	DEFENSAS	Nº	4	6.896.385	27.585.540	33.174.194
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	30.000.567	30.000.567	36.078.490
7	OBRAS DE DEFENSA COSTERA	ML	210	855.000	179.550.000	215.925.679
TOTAL PUERTO					\$ 51.691.134.730	US\$ 83.904.645

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En definitiva, el valor de reposición como activo equivalente de estas obras, tendrían un costo que asciende a MMUS\$ 77,8.

Además como complemento, se consideraron las oficinas que actualmente se encuentran instaladas en el puerto. Estas corresponden a las descritas en el Cuadro 4.28 y comprenden una superficie construida de 5.581 m² y su valor asciende a MMUS\$ 2,5.

Cuadro 4.28
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
EDIF. ADM. MOLO	350	193.761	67.816.350	81.555.508
EDIF. OF. AUDORA	141	193.761	27.320.301	32.855.219
OF. ANDEN AFORO	63	169.458	10.675.854	12.838.714
OF. MADERA 1 PISO PANUL	70	87.420	6.119.400	7.359.151
EDIF. OF. DPTO. TECNICO	600	193.761	116.256.600	139.809.442
EDIF. OF. EX-AURORA	383	193.761	74.210.463	89.245.027
OF. MADERA BODEGA 6/54	8	58.168	465.344	559.620
OF. ALMACEN ESPIGON	70	120.985	8.468.950	10.184.705
EDIF ADMINISTRACION	3.328	261.492	870.245.376	1.046.551.512
BAÑOS	175	65.340	11.434.500	
CASETA CONTROL ESPIGON	33	68.925	2.274.525	2.735.329
CASAS FISCALES	360	230.017	82.806.120	99.582.109
TOTAL			\$ 1.278.093.783	1.537.027.392
			US\$	2.494.891

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En lo que respecta a los almacenes, se consideraron unos 20.624 m² construidos y su valor ascendería a unos MMUS\$ 4,13, tal como se detalla en el Cuadro 4.29.

Cuadro 4.29
Valoración y Características de los Almacenes del puerto de San Antonio.

	M2	C. UNIT' 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
GALPON 6-54	3.000	115.009	345.027.000	414.927.259
ALM. DEP. SEC. MAESTR. 7/52	1.218	115.009	140.080.962	168.460.467
GALP. MARCOS TRIARTICULADOS /53	900	68.925	62.032.500	74.599.887
GALPON ZONA TALL. Y GARAGE	2.450	68.925	168.866.250	203.077.470
GALPON 6-55 EX DLC	2.442	115.009	280.851.978	337.750.789
ALM EX DLC. N/58	768	68.925	52.934.400	63.658.570
GALPONES DLC	5.659	106.243	601.229.137	723.034.307
GALPONES 5/56 - 5/57	437	72.644	31.745.428	38.176.848
GALPON 2/58	3.750	115.009	431.283.750	518.659.074
TOTAL	20.624		\$ 2.542.344.670	US\$ 4.126.714

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Respecto de las explanadas, solo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y su valoración ascendió a MMUS\$ 13,8.

En lo que respecta a obras relativamente nuevas, existe una inversión realizada entre los años de 1996 y 1999 que ascendió a los MMUS\$ 11.707 y que no fue considerada en ninguno de los estudios utilizados como referencia. Si bien se sabe que esto permitió aumentar la capacidad de almacenamiento de contenedores, suponemos que esto proporcionó un aumento en la capacidad de movilización de carga, dato que hasta el momento se desconoce, y que se está a la espera de una pronta respuesta por parte de personal del puerto.

Finalmente, el valor de reposición del activo, correspondiente al puerto de San Antonio, asciende a unos MMUS\$ 99,8 -Ver cuadro 4.30-. Además su razón, costo versus capacidad máxima, alcanza los US\$ 7,02 por TM de capacidad máxima anual.

Cuadro 4.30
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de San Antonio.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$	
INF VERTICAL				
OFICINAS	108	14.208.000	1.537.027.391,77	
ALMACENES	179		2.542.344.670,10	
INF HORIZONTAL	-		-	
MOLO	1.570		22.303.147.860,12	
MALECON	2.068		29.387.986.869,90	
MUELLE	-		-	
EXPLANADAS	403		5.732.423.901	
ESPIGÓN	-		-	
Total			\$	61502930693
			US\$	99.831.076

Fuente: Elaboración propia.

4.1.9. Puerto de San Vicente y Puerto de Talcahuano

Existen varias razones para justificar que los puertos de San Vicente y de Talcahuano, fuesen evaluados en forma conjunta, principalmente debido a su cercanía y a que ambos mantienen una administración única por parte de la misma Empresa Portuaria.

De esta forma, considerando las capacidades del Puerto de San Vicente -Cuadro 4.31- y las capacidades del puerto de Talcahuano -Cuadro 4.32-, la capacidad máxima nominal de un puerto equivalente, ascendería a unas 9,8 Millones de TM al año. Si consideramos una ocupación del 60%, la cifra se reduce a los 5,9 Millones de TM. (Ver Cuadro 4.33).

Cuadro 4.31
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de San Vicente

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ⁴⁴	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
FRACCIONADA	589.350	15,15%	230	1.999	3.332
PALETIZADA	-	0,00%	121	17	28
CONTENEDOR	1.071.856	27,56%	482,00	666	1.109
AUTOMOTOR	1.429	0,04%	100,00	14	23
GRANEL SOLIDO	1.151.658	29,61%	346,00	1.193	1.989
GRANEL LIQUIDO	1.075.123	27,64%	240,00	220	367
TOTAL	3.889.416	100,00%	281,9	4.109	6.848

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Cuadro 4.32
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Talcahuano

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
FRACCIONADA	234.335	44,08%	230	455	758
PALETIZADA	-	0,00%	121	6	9
CONTENEDOR	257.583	48,45%	466,60	858	1.430
AUTOMOTOR	-	0,00%	100,00	5	8
GRANEL SOLIDO	24.947	4,69%	346,00	239	398
GRANEL LIQUIDO	14.732	2,77%	240,00	220	367
TOTAL	531.597	100,00%	339,6	1.783	2.970

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Cuadro 4.33
Capacidad de transferencia de Carga Total Puerto San Vicente y Talcahuano

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
FRACCIONADA	823.685	18,63%	230	2.454	4.090
PALETIZADA	-	0,00%	123	23	37
CONTENEDOR	1.329.439	30,07%	810,79	1.524	2.539
AUTOMOTOR	1.429	0,03%	101,47	19	31
GRANEL SOLIDO	1.176.605	26,61%	1.376,85	1.432	2.387
GRANEL LIQUIDO	1.089.855	24,65%	837,14	440	734
TOTAL	4.421.016	100,00%		5.892	9.818

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Conforme a estas capacidades, el puerto equivalente, estaría configurado por cuatro sitios de atraque. Estos se componen de dos sitios encargados de la movilización de carga general -Sitios 1 y 2-, un malecón encargado de la movilización de contenedores -Sitio 3-, y por último un sitio encargado de la carga en graneles -Sitio 4-. Además para

⁴⁴ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

conseguir aguas relativamente abrigadas, se consideró la construcción de un molo de abrigo con una extensión de 750 metros -Ver Cuadro 4.34-.

Cuadro 4.34
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente San Vicente-Talcahuano

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
OBRAS COMUNES					7.537.402.500	9.064.431.937
6	MOLO DE ABRIGO					
6.1	MOLO ABRIGO, SUR	ML	750	10.049.870	7.537.402.500	9.064.431.937
MALECON CARGA GENERAL SITIOS 1 Y 2					17.134.941.954	6.295.003.413
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	360	13.512.132	4.864.367.520	5.849.857.202
2	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
2.1	BITAS	Nº	12	2.051.156	24.613.872	29.600.485
2.2	DEFENSAS	Nº	9	6.892.330	62.030.970	74.598.047
2.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	45.000.000	45.000.000	54.116.712
3	OBRAS DE PROTECCION					
3.1	ESCOLLERA NORTE	ML	200	493.750	98.750.000	118.756.117
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	120.483.025	120.483.025	144.892.114
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	19.277.283	19.277.283	23.182.737
MALECON CONTENEDORES SITIO 3					6.098.586.354	7.334.120.862
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	260	22.349.390	5.810.841.400	6.988.080.624
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	9	2.051.156	18.460.404	22.200.364
3.2	DEFENSAS	Nº	7	6.892.330	48.246.310	58.020.703
3.4	RIELES Y TOPES GRUAS	ML	520	168.462	87.600.240	105.347.487
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	32.500.000	32.500.000	39.084.292
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	87.015.518	87.015.518	104.644.304
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	13.922.482	13.922.482	16.743.088
TERMINAL GRANELES SITIO 4					5.801.833.026	6.977.247.211
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	240	22.354.724	5.365.133.760	6.452.075.473
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	8	2.051.156	16.409.248	19.733.656
3.2	DEFENSAS	Nº	6	6.892.330	41.353.980	49.732.031
3.4	RIELES Y TOPES GRUAS	ML			0	0
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	30.000.000	30.000.000	36.077.808
3	OBRAS DE PROTECCION					
3.1	ESCOLLERA CABEZAL ESPIGON	ML	370	691.250	255.762.500	307.578.343
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	80.322.016	80.322.016	96.594.742
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	12.851.522	12.851.522	15.455.158
TOTAL PUERTO					\$ 29.670.803.424	US\$ 48.161.416

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En definitiva el valor de reposición de estas obras portuarias, asciende a MMUS\$ 48,2.

Por otro lado, se consideró un área de oficinas de 1.436 m² construidos, los que fueron avaluados inicialmente en MMUS\$ 0,493. Debemos mencionar, que este resultado fue consultado a las autoridades del puerto y se esta a la espera de una ratificación de las cifras en m² disponibles para este tipo de obras. De todas maneras, las obras consideradas y sus costos, se describen en el Cuadro 4.35.

Cuadro 4.35
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
EDIF ADMINISTRACION AR-2P	1.270	169.458	215.211.660	258.812.163
OFIC-EX SEGURIDAD	76	150.202	11.415.352	13.728.029
OF. GARITA SEG.	70	353.525	24.746.750	29.760.283
CASETA ROMANA	20	68.925	1.378.500	1.657.775
			0	0
TOTAL	1.436	\$	252.752.262	303.958.250
		US\$		493.383

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Adicionalmente, al igual que en las oficinas, los almacenes considerados abarcan una área construida de 13.500 m², y han sido avaluados en MMUS\$ 3,0. (Ver Cuadro 4.36.)

Cuadro 4.36
Valoración y Características de Almacenes
Puerto de San Vicente-Talcahuano.

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
ALMACEN GRANELES	6.528	115.009	750.778.752	902.881.715
OTROS*	6.972	115.009	801.842.748	964.290.950
TOTAL	13.500	\$	1.552.621.500	1.867.172.665
		US\$		3.030.780

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Respecto de las explanadas, solo fueron consideradas aquellas que realmente representan un apoyo para la actividad portuaria, su valoración ascendió a MMUS\$ 3,5.

Finalmente, el valor estimado para los activos correspondientes a los Puertos de San Vicente y Talcahuano, ascienden a unos MMUS\$ 55,2 (Ver Cuadro 4.37) y el

coeficiente de costo versus capacidad máxima, alcanza unos US\$ 9,37, por TM de capacidad anual.

Cuadro 4.37
Estimación del Valor de Reposición
Puertos de San Vicente- Talcahuano.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$ JUNIO 2001
INF VERTICAL		5.892.000	
OFICINAS	52		303.958.250,32
ALMACENES	317		1.867.172.664,71
INF HORIZONTAL	-		-
MOLO	1.538		9.064.431.937,17
MALECON	3.497		20.606.371.486,68
MUELLE	-		-
EXPLANADAS	368		2.167.729.741
ESPIGÓN	-		-
Total			\$ 34.009.664.080 US\$ 55.204.220

Fuente: Elaboración propia.

4.1.10. Puerto de Puerto Montt.

La capacidad nominal de movilización de carga de este puerto, ascendería a unos 2,8 Millones de TM al año, que considerando una ocupación estimada del 60%, disminuiría a unos 1,7 Millones de TM al año. -Ver Cuadro 4.38-.

Cuadro 4.38
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Puerto Montt

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ⁴⁵	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
CARGA GENERAL	2.829	1,03%	223	574	957
CONTENEDOR	11	0,00%	631,50	349	581
GRANEL SOLIDO	272.078	98,97%	531,80	783	1.304
TOTAL	274.918	100,00%	370,8	1.706	2.842

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

De esta forma, la configuración de un puerto equivalente estaría constituido solo por dos sitios de atraque. Uno conceptualizado para movilizar carga general, y otro para

⁴⁵ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

multipropósito y graneles. De acuerdo a esto y a lo expuesto en el Cuadro 4.39, el costo de las obras portuarias equivalentes, ascenderían a unos MMUS\$ 11,8.

Cuadro 4.39
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Puerto Montt

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
MALECON CARGA GENERAL SITIO 2					2.600.627.390	3.127.497.831
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	180	13.154.958	2.367.892.458	2.847.612.294
2	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
2.1	BITAS	Nº	7	2.586.092	18.102.644	21.770.124
2.2	DEFENSAS	Nº	12	7.586.024	91.032.288	109.474.846
2.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	40.000.000	40.000.000	48.103.744
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	71.500.000	71.500.000	85.985.442
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	12.100.000	12.100.000	14.551.382
MALECON MULTIPROPOSITO Y DE GARANELES SITIO 1					3.435.441.132	4.131.439.487
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	240	13.154.958	3.157.189.920	3.796.816.362
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	Nº	9	2.586.092	23.274.828	27.990.159
3.2	DEFENSAS	Nº	16	7.586.024	121.376.384	145.966.461
3.4	PROTECCIÓN CATÓDICA PILOTES	GL	1	50.000.000	50.000.000	60.129.680
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	71.500.000	71.500.000	85.985.442
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	12.100.000	12.100.000	14.551.382
TOTAL PUERTO					\$ 7.258.937.318	US\$ 11.782.650

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En lo que respecta a las oficinas, el Cuadro 4.40 detalla el área total de oficinas consideradas para la valoración del puerto. Estas abarcan una superficie construida de 1.096 m² y su valor estimado asciende a MMUS\$ 0,250.

Cuadro 3.40
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT' 96	VALOR DIC 96	VALOR JUNIO 2001
EDIF. ADMINISTRACION	178	120.985	21.535.330	25.898.250
OF. JEFE DPTO. OPERACIONES	24	164.677	3.952.248	4.752.948
EDIF. CASINO	170	87.120	14.810.400	17.810.892
EDIF ROMANA	120	120.985	14.518.200	17.459.494
ANEXO EDIF. ADM. Y OF.	550	120.985	66.541.750	80.022.682
OF. ALM. N°4, VEST BAÑOS Y D.T.	42	120.985	5.081.370	6.110.823
CASETA CONTROL ACC. RECINT. PORT.	12	164.677	1.976.124	2.376.474
TOTAL	1.096			154.431.563
			US\$	250.672

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Respecto de las áreas de almacenamiento cubiertas, se consideró una superficie de almacenes de 6.045 m², avaluados en MMUS\$ 0,788 -Ver Cuadro 4.41.

Cuadro 4.41
Valoración y características de los Almacenes del puerto de San Antonio.

	M2	C. UNIT' 96	VALOR DIC 96	VALOR JUNIO 2001
ALMACEN N° 50	3.750	72.643	272.411.250	327.600.023
ALMACEN N° 4	1.245	47.146	58.696.770	70.588.359
BODEGA WINTER GIMN.	1.050	68.925	72.371.250	87.033.201
TOTAL	6.045			485.221.584
			US\$	787.608

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En cuanto a sus explanadas, solo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y su valoración ascendió a MMUS\$ 4,6.

Finalmente, considerando cada una obras evaluadas, el valor de reposición del puerto asciende a unos MMUS\$ 18,80 -Ver Cuadro 4.42-. equivalente a unos US\$ 10,6 por TM anual.

Cuadro 4.42
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Puerto Montt.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$
INF VERTICAL		1.706.000	
OFICINAS	91		154.431.563,45
ALMACENES	284		485.221.584,09
INF HORIZONTAL	-		-
MOLO	-		-
MALECON	4.255		7.258.937.317,70
MUELLE	-		-
EXPLANADAS	1.667		2.844.582.058
ESPIGÓN	-		-
Total			\$ 11.105.266.611
		US\$ 18.025.982	

Fuente: Elaboración propia.

4.1.11. Puerto de Chacabuco.

Para el puerto de Chacabuco, los datos disponibles nos indican que la capacidad nominal del puerto asciende a unos 1,97 Millones de TM al año, cifra que al ajustarse a una ocupación del 60%, disminuye a 1,18 Millones de TM al año. -Ver Cuadro 4.43-.

Cuadro 4.43
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Chacabuco

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX. TON/HR-NAVE	CAP. ECON. MTON/AÑO	CAP NOM. MTON/AÑO
	TON/AÑO 2000 ⁴⁶	% PART.			
CONTENEDOR	3.291	4,97%	203,70	187	312
CARGA GENERAL	-	-	60,10	263	438
GRANEL SOLIDO	62.919	95,03%	186,70	730	1.216
TOTAL	66.210	100,00%	128,3	1.180	1.966

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

De esta forma, la configuración de un puerto equivalente, estaría conformada por un solo sitio de atraque, el cual de acuerdo a lo expuesto en el Cuadro 4.43 anterior, asciende a un valor de MMUS\$ 7,45.

⁴⁶ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

Cuadro 4.44
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Chacabuco

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
MALECON MULTIPROPOSITO 2					3.814.136.936	4.586.856.634
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	MALECON SOBRE PILOTES Y TABLERO	ML	160	22.057.423	3.529.187.638	4.244.178.434
2	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
2.1	BITAS	Nº	6	3.526.490	21.158.940	25.445.606
2.2	DEFENSAS	Nº	11	10.344.578	113.790.358	136.843.555
2.3	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	45.000.000	45.000.000	54.116.712
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	90.000.000	90.000.000	108.233.423
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	15.000.000	15.000.000	18.038.904
TOTAL PUERTO					\$ 4.586.856.634	US\$ 7.445.350

Fuente: Estudio, Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En lo que respecta a las oficinas, estas sumarían un área construida de 654 m² y su valoración asciende a MMUS\$ 0,51. Ver Cuadro 4.45-

Cuadro 4.45
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
EDIF ADMINISTRACION	340	526.904	179.147.360	215.441.467
OF. CONTROL PUERTA	17	148.104	2.517.768	3.027.852
OF. EXOPRAC. ALMACEN 1	157	164.809	25.875.013	31.117.125
CASA ADM. PUERTO AISEN	140	374.547	52.436.580	63.059.895
TOTAL	654		\$	312.646.338
			US\$	507.485

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Adicionalmente, el puerto cuenta con un área total de almacenamiento cubierto de 4.440 m², que de acuerdo a su valor de mercado, ascendería a unos MMUS\$ 0,696. (Ver Cuadro 4.46).

Cuadro 4.46
Valoración y Características de los Almacenes
Puerto de Chacabuco.

	M2	C. UNIT 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
ALMACEN Nº 1	2.100	39.057	82.019.700	98.636.366
ALMACEN Nº 2	2.340	117.172	274.182.480	329.730.093
			0	0
TOTAL	4.440	\$	356.202.180	428.366.459
		US\$		695.321

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En cuanto a sus explanadas, solo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y su valoración ascendió a MMUS\$ 1,1.

Finalmente, en el Cuadro 4.47 se observa que el costo de reposición del puerto alcanza los MMUS\$ 9,78, que equivale a unos US\$ 8,28 por TM de capacidad.

Cuadro.47
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Chacabuco.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$
INF VERTICAL		1.180.000	
OFICINAS	265		312.646.338,41
ALMACENES	363		428.366.458,67
INF HORIZONTAL	-		-
MOLO	-		-
MALECON	3.887		4.586.856.633,84
MUELLE	-		-
EXPLANADAS	586		691.351.303,9-
ESPIGÓN	-		-
Total			\$ 6.019.220.735
		US\$ 9.770.352	

Fuente: Elaboración propia.

4.1.12. Puerto de Punta Arenas.

El puerto de Punta Arenas, posee una capacidad movilización de carga -nominal-, correspondiente a unos 3,3 Millones de TM anuales, la que ajustada a una ocupación del 60%, disminuye a unos 2,0 Millones de TM al año. Ver Cuadro 4.48.

Cuadro 4.48
Capacidad de transferencia de Carga Total del Puerto de Punta Arenas

TIPO DE ENVASE	TON. TRANSF.		REND. MAX.	CAP. ECON.	CAP NOM.
	TON/AÑO 2000 ⁴⁷	% PART.	TON/HR-NAVE	MTON/AÑO	MTON/AÑO
CONTENEDOR	14.768	8,45%	441,30	1.218	2.031
CARGA GENERAL	160.081	91,55%	306,20	776	1.294
TOTAL	174.849	100,00%	86,7	1.994	3.325

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

⁴⁷ Anuario estadístico, de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile, 2000.

De esta forma, el puerto equivalente fue concebido en base a dos sitios. Uno dedicado a carga general y otro especializado en contenedores. En lo que respecta a su costo, se estima que este ascendería a unos MMUS\$ 26,0. Ver detalles en el Cuadro 4.49-.

Cuadro 4.49
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Punta Arenas

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
MUELLE DE CARGA GENERAL					4.809.854.917	5.784.300.695
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	CABEZO	ML	180	14.048.870	2.528.796.631	3.041.114.620
1.2	PUENTE DE ACCESO	ML	128	6.731.822	861.673.277	1.036.242.761
1.3	ESTRIBO	ML	24	1.875.400	44.071.893	53.000.576
2.1	BITAS	N°	7	1.814.286	12.700.002	15.272.941
2.2	DEFENSAS	N°	12	8.965.301	107.583.612	129.379.362
2.3	PROTRCCION CATODICA	ML	1	39.000.000	39.000.000	46.901.150
	TORRES DE INFILACION	GL	1	1.729.502	1.729.502	2.079.888
7	ESCOLLERA PROTRCCION EXPLANADA	ML	284	1.250.000	355.000.000	426.920.725
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	845.000.000	845.000.000	1.016.191.584
11	INSTALACIONES DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	14.300.000	14.300.000	17.197.088
MUELLE CONTENEDORES SITIO 2					8.496.552.814	10.217.899.957
1	OBRAS DE ATRAQUE PRINCIPAL					
1.1	CABEZO	ML	260	28.038.516	7.290.014.038	8.766.924.158
1.2	PUENTE DE ACCESO	ML	76	6.710.530	510.000.283	613.323.072
1.3	ESTRIBO	ML	24	1.875.400	44.071.893	53.000.576
3	ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE					
3.1	BITAS	N°	9	1.700.000	15.300.000	18.399.682
3.2	DEFENSAS	N°	18	8.965.301	161.375.418	194.069.043
	RIELES Y TOPES GRUAS	ML	520	219.734	114.261.680	137.410.364
3.4	PROTECCION CATÓDICA PILOTES	GL	1	58.500.000	58.500.000	70.351.725
	TORRES INFILACION	GL	1	1.729.502	1.729.502	2.079.888
3.1	ESCOLLERA PROTECCION EXPLANADA	ML	136	1.250.000	170.000.000	204.440.910
10	INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO	GL	1	113.100.000	113.100.000	136.013.335
11	INSTALACION DE REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO	GL	1	18.200.000	18.200.000	21.887.203
TOTAL PUERTO					\$ 16.002.200.652	
					US\$ 25.974.647	

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En cuanto a sus oficinas, se contabilizaron 1.777 m², que a valor mercado ascendería a unos MMUS\$ 0,756 (Ver Cuadro 4.50).

Cuadro 4.50
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
EDIF OPERACIONES	144	299.022	43.059.168	51.782.679
EDIF. ADMINISTRACION	513	339.940	174.389.220	209.719.358
EDIF. CAPITANIA PUERTO	214	299.022	63.990.708	76.954.815
CASA HABITACION	139	402.955	56.010.745	67.358.163
EDIF. ADUANA	167	299.022	49.936.674	60.053.524
TOTAL	1.177		\$	465.868.540
			US\$	756.194

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

En lo que respecta a sus almacenes, el puerto de Punta Arenas, cuenta con 4.569 m², las que fueron avaluadas en unos MMUS\$ 0,922. (Ver Cuadro 4.51)

Cuadro 4.51
Valoración y Características de los Almacenes
Puerto de Punta Arenas.

	M2	C. UNIT. 96	VALOR DIC 96	VALOR JUN 2001
ALMACEN N°1	865	126.031	109.016.815	131.102.923
ALMACEN N°2	865	126.031	109.016.815	131.102.923
ALMACEN N°4	2.520	89.603	225.799.560	271.545.104
ALMACEN N°5	319	89.603	28.583.357	34.374.162
			0	0
TOTAL	4.569	\$	472.416.547	568.125.112
		US\$		922.176

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Respecto a las explanadas, sólo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y su valoración ascendió a unos MMUS\$ 2,2.

Por lo tanto, el valor de reposición del puertos de Punta Arenas asciende a MMUS\$ 29,8 equivalente a US\$ 14,97 por TM de capacidad (Ver Cuadro 4.52)

Cuadro 4.52

Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Punta Arenas.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$
INF VERTICAL			
OFICINAS	234		465.868.540,07
ALMACENES	285		568.125.111,57
INF HORIZONTAL	-		-
MOLO	-	1.994.000	-
MALECON	8.025		16.002.200.651,97
MUELLE	-		-
EXPLANADAS	677		1.349.254.795
ESPIGÓN	-		-
Total			\$ 18.385.449.099
			US\$ 29.843.117

Fuente: Elaboración propia.

4.1.13. Puerto de Puerto Natales.

Por tratarse de un puerto relativamente nuevo, el cual fue construido en 1980 y reconstruido en 1989, el proceso de evaluación del costo de reposición no corresponde al costo de su activo equivalente, sino al costo de una obra de similares características pero construida el día de hoy. Además, debemos considerar que este puerto, no es un puerto destinado a movilizar carga comercial, sino que está acondicionado y además se utiliza, como terminal de vehículos, y solo en ocasiones como terminal de pasajeros y de pesca industrial y menor.

Cuadro 4.53

Movilización de Vehículos por el Puerto de Natales

TIPO VEHICULO	1995	1996	1997/2030
CAMINO ACOPLADO	3.719	4.414	4.027
CAMION SIMPLE	1.048	1.365	1.185
VEHICULO MENOR	1.750	1.859	1.804
TOTAL	6.517	7.638	7.016

Fuente: Empresa Portuaria Austral, www.

Dado que dentro de los antecedentes disponibles no se cuenta con la capacidad nominal, estamos a la espera de nuevos antecedentes que serán proporcionados por la Empresa Portuaria Austral, respecto de obras de infraestructura y de capacidades estimadas.

Cuadro 4.54
Características y Valor de las Oficinas Consideradas en la Evaluación

	M2	C. UNIT '96	VALOR DIC '96	VALOR JUN 2001
OF. CENTRAL TERMINAL MARIT.	130	279.951	36.393.630	43.766.746
TOTAL	130		\$	43.766.746
			US\$	71.042

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

Respecto de las explanadas, solo fueron consideradas las que realmente prestan el apoyo requerido para la actividad portuaria, y su valoración ascendió a MMUS\$ 0,088.

De todas maneras, y pese a que no se cuenta con mayor información respecto de este puerto, podemos decir que el puerto de Puerto Natales está avaluado como costo de reposición en MMUS\$ 4,2 (Ver Cuadro 4.55).

Cuadro 4.55
Estimación del Valor de Reposición del Puerto de Puerto Natales.

OBRA	COSTO EQUIVALENTE \$/TON	CARGA MAXIMA PUERTO	VALOR \$
INF VERTICAL			
OFICINAS	-		43.766.746,18
ALMACENES	-		0,00
INF HORIZONTAL	-		-
MOLO	-		-
MALECON	-		2.516.617.217,74
MUELLE	-		-
EXPLANADAS	-		54.568.742,46
ESPIGÓN	-		-
Total			\$ 2.614.952.706
			US\$ 4.244.571

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.56
Obras de Infraestructura Puerto Equivalente Puerto Natales

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. DIC 96	PRECIO TOTAL \$ DIC 96	PRECIO \$ JUN 2001
MUELLE DE CARGA GENERAL					2.092.658.099	2.516.617.218
OBRAS DE ATRAQUE MENOR						
1	MUELLE	ML	585	567.166	331.792.292	399.011.284
1.2	DUQUES DE ALBA	UNI	3	53.111.056	159.333.168	191.613.047
		ML			0	0
ACCESORIOS OBRAS DE ATRAQUE						
3.1	BITAS	UNI	8	1.605.202	12.841.616	15.443.245
3.2	DEFENSAS	UNI	12	5.558.123	66.697.474	80.209.954
3.3	BOYAS	UNI	1	5.960.000	5.960.000	7.167.458
RELLENOS EXPLANADAS						
4.1	RELLENOS BAJO AGUA	M3	7.556	11.548	87.254.274	104.931.431
4.2	RELLENOS COMPACTADOS	M3	3.613	300.101	1.084.266.044	1.303.931.395
PAVIMENTOS						
5.1	PAVIMENTO HORMIGÓN E = 0,15 M	M2	1.468	30.910	45.375.880	54.568.742
5.2	TIERRA NATURAL	M2	19.802	9.646	191.010.092	229.707.512
					0	0
INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ALUMBRADO						
		GL	1	103.606.030	103.606.030	124.595.948
					0	0
INSTALACIONES Y REDES DE A.P. Y ALCANTARILLADO						
		GL	1	4.521.230	4.521.230	5.437.202
					0	0
TOTAL PUERTO					\$ 2.516.617.218	US\$ 4.084.953

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Valorización de Activos Fijos EPORCHI; Inecon; 1998.

4.1.14. Puerto Terminal José de los Santos Mardones.

Si bien la información ha sido bastante escasa y, al momento nos encontramos a la espera de información mas reciente de parte de personal de la Empresa Portuaria Austral, podemos decir que este terminal durante el año pasado y durante lo que va de este, ha incrementado fuertemente su potencial en cuanto a la transferencia de carga contenedorizada, movilizand o casi el 100% de los contenedores requeridos por la región.

Como no disponemos de mayores detalles de sus obras, fue necesario acudir al registro de inversiones proporcionado por la Dirección de Obras Portuarias, la que indica que la construcción de este puerto significo una inversión de MMUS\$ 14,1 (Ver Cuadro 4.57).

Cuadro 4.57
Inversiones Realizadas en el Puerto

	Inversión en	Inversión en	Fecha de inversión	
	M\$	MUS\$		
Adquisición de terrenos	400.000	1.000	May-94	Dic-94
Construcción muelle	3.800.000	9.268	Ago-94	Dic-95
Obras complementarias (Explanadas, Servicios Básicos, Edificios y Otros)	2.000.000	4.878	Abr-96	Mar-97
Total (Sin terrenos)	6.200.000	14.146		

Fuente: Dirección de Obras Portuarias, MOP.

4.1.15. Resultados Valor de Reposición.

En consecuencia, el valor de reposición de las obras portuarias evaluadas asciende a US\$ 701 millones (Ver Cuadro 4.58). El resumen detallado de esta estimación se muestra en el Cuadro 4.59.

Cuadro 4.58
Valor de Reposición de Puertos

Puerto	Valor de Reposición US\$ ⁴⁸
ARICA	93.163.707,84
IQUIQUE	83.898.222,78
ANTOFAGASTA	104.223.484,25
COQUIMBO	16.968.498,52
VALPARAISO	171.401.198,24
SAN ANTONIO	99.831.075,52
SAN VICENTE y TALCAHUANO	55.204.220,43
PUERTO MONTT	18.025.981,81
CHACABUCO	9.770.351,96
PUNTA ARENAS	29.843.117,01
PUERTO NATALES	4.244.570,76
J. SNATOS MARDONES	14.146.000,00
TOTAL OBRAS PORTUARIAS	US\$ 700.720.429,12

Fuente: Elaboración propia.

⁴⁸ Valores expresados en US\$ de Junio de 2001.

Cuadro 4.59
Valor de reposición de Obras Portuarias.

		ARICA	IQUIQUE	ANTOFAGASTA	COQUIMBO	VALPARAISO	SAN ANTONIO	SAN VICENTE y TALCAHUANO	PUERTO MONTT	CHACABUCO	PUNTA ARENAS	PUERTO NATALES	J. SNATOS MARDONES	TOTAL
CARGA MAXIMA PUERTO		3.669.000	3.386.000	4.743.000	1.881.000	11.474.000	14.208.000	5.892.000	1.706.000	1.180.000	1.994.000	0	0	50.133.000
COSTO EQUIVALENTE \$/TON	INF VERTICAL													
	OFICINAS	17	111	198	91	290	108	52	91	265	234	-	-	146
	ALMACENES	384	415	387	362	680	179	317	284	363	285	-	-	366
	INF HORIZONTAL													
	MOLO	8.132	6.441	6.533	-	5.117	1.570	1.538	-	-	-	-	-	4.888
	MALECON	5.906	7.377	5.754	4.646	2.376	2.068	3.497	4.467	3.887	8.025	-	-	4.801
	MUELLE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EXPLANADAS	1.204	920	665	458	740	403	368	1.667	586	677	-	-	-
ESPIGÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
VALOR \$ ACTUAL	INF VERTICAL													
	OFICINAS	63.688.686	376.858.613	941.189.983	171.121.668	3.328.667.306	1.537.027.392	303.958.250	154.431.563	312.646.338	465.868.540	43.766.746	-	7.699.225.085
	ALMACENES	1.408.285.943	1.406.850.937	1.835.702.594	681.780.379	7.801.729.825	2.542.344.670	1.867.172.665	485.221.584	428.366.459	568.125.112	-	-	19.025.580.168
	INF HORIZONTAL													
	MOLO	29.834.499.369	21.810.110.223	30.983.815.983	-	58.717.606.367	22.303.147.860	9.064.431.937	-	-	-	-	-	172.713.611.739
	MALECON	21.669.838.488	24.979.207.254	27.293.461.029	8.739.898.015	27.257.394.719	29.387.986.870	20.606.371.487	7.621.031.405	4.586.856.634	16.002.200.652	2.516.617.218	-	190.660.863.770
	MUELLE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EXPLANADAS	4.419.053.005	3.114.151.084	3.154.792.352	860.982.823	8.489.737.980	5.732.423.901	2.167.729.741	2.844.582.058	691.351.304	1.349.254.795	54.568.742	-	32.878.627.787
ESPIGÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
\$		57.395.365.490	51.687.178.111	64.208.961.941	10.453.782.885	105.595.136.198	61.502.930.693	34.009.664.080	11.105.266.611	6.019.220.735	18.385.449.099	2.614.952.706	-	422.977.908.549
US\$		93.163.708	83.898.223	104.223.484	16.968.499	171.401.198	99.831.076	55.204.220	18.025.982	9.770.352	29.843.117	4.244.571	14.146.000	700.720.429
Costo/TM		25,39	24,78	21,97	9,02	14,94	7,03	9,37	10,57	8,28	14,97			

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Valor Marginal de Obras Portuarias

La determinación del valor marginal de las Obras Portuarias (puertos fiscales) consistió en la valoración de los flujos de caja de cada una de las empresas portuarias fiscales (ver Anexo 2). Estos flujos de caja consideran los ingresos generados por la actividad portuaria menos los costos de operación y de mantención. Por su parte, su valoración consiste en el valor presente neto de los flujos, en un horizonte de evaluación de 20 y con una tasa de descuento de 12%.

Antes de entrar a explicar el detalle de la estimación del valor marginal de la infraestructura portuaria es bueno entender un poco más el funcionamiento actual de las empresas portuarias, se debe aclarar que desde la reestructuración efectuada a EMPORCHI en 1998, las empresas portuarias pasaron a ser administradores de la infraestructura portuaria. Esto quiere decir no cumplen ninguna ingerencia directa en la movilización de la carga o en su almacenamiento, la función de la empresa portuaria consiste en gran medida en cobrar, a los operadores, el uso que hacen de la infraestructura portuaria perteneciente a la empresa, además de realizar los cobros respectivos a las agencias navieras por el ingreso de sus buques a las áreas de aguas abrigadas pertenecientes a cada puerto. Luego, las principales fuentes de ingresos de una empresa portuaria son los ingresos generados por:

- Movilización de carga por parte de multi operadores.
- Ingresos por movilización de carga por parte de mono operadores.
- Cánones anuales y cánones de desempate en concesionarias

En la actualidad existen 10 empresas portuarias distribuidas en el país, de las cuales sólo 4 poseen ingresos de parte de mono operadores y el total de ellas, es decir las 10, poseen ingresos por concepto de multi operadores. La definición de la *Tarifa*

Agregada para multi operadores⁴⁹ y de los Cánones pagados por mono operadores es como se muestra en el Cuadro 4.60.

Cuadro 4.60
Definición de Ingreso según Tipo de Operador Portuario

Mono operador:

$$\text{Pagos Anuales por Empresa Portuaria} = \sum (\text{Pago por Canon anual del Operador}_i + \text{Canon de Desempate del Operador}_i)$$

Multi operador:

$$\text{Tarifa Agregada} = \frac{\sum \text{Pagos del Operador}_i}{\sum \text{Toneladas Movilizadas Operador}_i}$$

Tarifa Agregada para Multioperadores:

La tarifa agregada para multi operadores se calculó para cada puerto en particular, en base a la relación entre los ingresos operacionales generados por los multi operadores y el total de carga que estos operadores movilizaron durante el período de tiempo evaluado. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4.61.

⁴⁹ Cabe destacar que aunque se pensó en estimar una tarifa agregada por tonelada trasladada diferenciando entre carga a granel y carga general o contenedorizada, dicha estimación no fue posible debido a que no se contó con información con ese nivel de desagregación.

Cuadro 4.61
Tarifas Agregadas para Multioperadores
(US\$/Ton).

Empresa Portuaria	Pago por Multioperadores
Arica	5,13
Iquique	6,52
Antofagasta	3,86
Coquimbo	4,27
Valparaíso	6,56
San Antonio	3,15
San Vicente Talcahuano	3,33
Puerto Montt	2,06
Chacabuco	3,03
Punta Arenas	7,23

Las diferencias observadas en las tarifas agregadas para multi operadores registradas entre los distintos puertos radicaría principalmente en la especialización de los puertos. Esto, porque los costos de movilizar carga, son distintos según su tipo. Por ejemplo, movilizar graneles tiene costos muy inferiores en relación a movilizar contenedores. Esto se puede apreciar al comparar las cifras por TON entre Iquique y Antofagasta, donde éste último además de movilizar graneles tiene contratos relacionados con el embarque de cobre (carga general), lo que reduce aún mas el costo agregado en Antofagasta respecto al Puerto de Iquique (Cuadro 4.62). De esta forma, este tipo de características definen la especialización de un puerto y lógicamente hará que las tarifas entre ellos varíe, tal cual como se aprecia en el cuadro 4.62.

Cuadro 4.62
Carga y su Participación en los Puertos de
Antofagasta e Iquique.

	Iquique		Antofagasta	
	Ton/Año	Part. %	Ton/Año	Part. %
Carga general	300	25,6%	1.850	61,3%
Contenedores	751	64,1%	617	20,4%
Graneles	121	10,3%	552	18,3%
Total	1.172		3.019	
Tarifa	6,52 US\$/TON		3,86 US\$/TON	

Cánones pagados por mono operadores:

En el caso de los mono operadores el valor de lo cánones se estimó de acuerdo a los contratos de concesión. En estos contratos se definen las fórmulas de cálculo de los cánones anuales⁵⁰ pagados por cada concesionaria y el pago realizado, por concepto de canon de desempate y canon inicial⁵¹. A continuación se detallan las fórmulas asociadas a cada uno de los cuatro puertos que trabaja con servicios de mono operadores:

Iquique:

- *Canon Desempate = US\$ 0*
- *Pago mínimo MMUS\$ 1.6*
- *Si $AT^{52} < 1.844.701 \text{Ton}$; $\text{Cánon Anual} = AT \times 1.51 \times PPLAF$.*
- *Si $AT > 1.844.701 \text{Ton}$; $\text{Cánon Anual} = (1.844.701 \times PPLAF) + (AT - 1.844.701) \times 1.19 \times PPLAF^{53}$.*

Valparaíso:

- *Canon Desempate = US\$ 90.600.000 pagadero en 6 cuotas primera en 1999 y segunda el 2001.*
- *Pago mínimo MMUS\$ 5.7*
- *Si $AT < 4.318.182 \text{Ton}$; $\text{Canon Anual} = 5.700.000 \times 1.32 \times PPLAF$.*
- *Si $AT > 4.318.182 \text{Ton}$; $\text{Canon Anual} = AT \times 1.32 \times PPLAF$.*

San Antonio:

- Terminal Norte:
- *Canon Desempate = US\$1.000.000+US\$8.369.124 pagaderas en 6 cuotas iguales.*
- *Canon Inicial = US\$ 180.000*
- *Si $AT < 900.000 \text{Ton}$ $\text{Canon Anual} = 900.000 \times 0,2 \times PPLAF$.*
- *Si $AT < 1.000.000 \text{Ton}$ $\text{Canon Anual} = AT \times 0,2 \times PPLAF$.*
- *Si $AT > 1.000.000 \text{Ton}$ $\text{Canon Anual} = 200.000 \times PPLAF + (AT - 1.000.000) \times 0,09 \times PPLAF$.*

⁵⁰ De acuerdo a los datos obtenidos de los puertos en estudio, los pagos se realizarían trimestralmente.

⁵¹ Canon que por lo general se paga al momento de recibir la infraestructura portuaria en concesión.

⁵² AT = Toneladas Movilizadas en año anterior.

⁵³ PPIAF = Factor de Ajuste PPI para el año contractual.



- Molo Sur (Sitios 1,2 y 3):
- *Canon Desempate = US\$10.000.000+ US\$ 121.252.062 pagaderas en 6 cuotas iguales*
- *Canon Inicial = US\$ 4.840.000*
- *Si $AT < 4.000.000$ Ton Canon Anual = $4.000.000 \times 1,21 \times PPLAF$.*
- *Si $AT < 5.000.000$ Ton Canon Anual = $AT \times 1,21 \times PPLAF$.*
- *Si $AT > 5.000.000$ Ton Canon Anual = $6.050.000 \times PPLAF + (AT - 5.000.000) \times 0,92 \times PPLAF$.*

San Vicente - Talcahuano:

- *Canon Desempate = US\$ 47.000.000 pagaderas en 4 cuotas iguales*
- *Canon Inicial = US\$ 5.000.000*
- *Si $AT < 2.879.582$ Ton. Canon Anual = $2.879.582 \times 1,21 \times PPLAF$.*
- *Si $AT < 3.100.000$ Ton. Canon Anual = $AT \times 1,21 \times PPLAF$.*
- *Si $AT > 3.100.000$ Ton. Canon Anual = $5.900.000 \times PPLAF + (AT - 3.100.000) \times 1,02 \times PPLAF$.*

Estimación de las demandas de carga para los 20 siguientes años.

La proyección de la carga movilizada por cada empresa portuaria⁵⁴ se basó en las cifras presentadas en los planes maestros proporcionados por cada una de estas empresas (Ver Anexo 2).

Cabe señalar, que por lo general las demandas estimadas por los puertos proporcionan datos basados en dos o tres alternativas. Por este motivo y con el fin de no sobreestimar los ingresos de cada empresa se optó por escoger el peor escenario, a excepción de aquellos casos en donde se pudo comprobar⁵⁵ que las demandas de otra

⁵⁴ No fueron utilizadas las estimaciones realizadas por Inecon, ya que al verificar los datos de algunos puertos, estas cifras no correspondían a la realidad y presentaban grandes diferencias desde la fecha del estudio hasta finales del año 2000.

⁵⁵ En ocasiones se verificó con las mismas Empresas Portuarias, el comportamiento que tenía la demanda ya estimada. Tal es el caso de Coquimbo, Valparaíso y San Antonio.



alternativa fueran más representativa de acuerdo a lo especificado en los respectivos planes maestros.

Estimación del Valor Marginal de las Empresas Portuarias.

Tal como se señaló anteriormente el valor marginal asociado a la infraestructura portuaria corresponde a la suma de los valores marginales de cada una de las diez empresas portuarias fiscales. A su vez, el valor marginal de cada una de estas empresas se calcula como el valor presente de los flujos de caja de cada una de ellas. El flujo de caja está compuesto por los ingresos asociados multi y/o mono operadores menos los costos de operación y manutención (Ver Anexo 2).

Los ingresos asociados a multi operadores se estiman tal como se describió anteriormente. En el caso de aquellos puertos que cuentan con ambos tipos de operadores, al ingreso por multi operador se debe sumar el ingreso generado por los mono operadores, es decir aquellos generados por concepto de pagos de cánones anuales y cánones de desempate⁵⁶ definidos en los respectivos contratos de concesión. Esto ingresos fueron estimados de acuerdo a las proyecciones de demanda de carga correspondiente a cada concesionario. Adicionalmente, se incluyeron los pagos ya efectuados en años anteriores por concepto de canon de desempate, debido a que este pago es una cifra muy representativa en términos de la disposición a pagar por la utilización de algunos terminales de los puertos concesionados.

Por su parte, para estimar los costos de operación y de mantención se actualizaron los datos presentados en el estudio de Inecon, de acuerdo a los antecedentes financieros de la FECUS de cada una de las empresas portuarias, o en algunos casos, de acuerdo a los estados financieros enviados por las mismas empresas portuarias.

El Cuadro 4.63 muestra el valor marginal asociado a la infraestructura de cada una de las empresas portuarias, destacando el Puerto de San Antonio con un valor de US\$ 274

⁵⁶ Ver cánones pagados por mono operadores.

millones y el Puerto de Valparaíso con un valor de US\$ 184 millones. *Finalmente, el valor marginal total de las obras portuarias ascendería a los US\$ 778 millones.*

Cuadro 4.63
Valor Marginal de las Obras Portuarias
Empresas Portuarias

	VPN de los Ingresos por Mono Operador (US\$)	VPN de Ingresos por Multi Operadores (US\$)	VPN de Costos Operacionales (US\$)	Valor Marginal de la Infraestructura (US\$)	Valor Marginal de la Infraestructura (\$)
Arica	-	70.331.224	-\$ 30.122.378	40.208.846	24.771.464.042
Iquique	18.586.793	80.723.273	-\$ 21.286.892	78.023.174	48.067.737.076
Antofagasta	-	97.616.969	-\$ 32.110.533	65.506.436	40.356.550.245
Coquimbo	-	30.535.017	-\$ 4.597.001	25.938.016	15.979.633.469
Valparaíso	138.004.119	120.494.487	-\$ 74.291.353	184.207.252	113.484.562.046
San Antonio	190.382.925	140.036.387	-\$ 55.532.807	274.886.504	169.349.328.671
San Vicente Talcahuano	94.967.130	17.020.483	-\$ 25.059.959	86.927.654	53.553.519.574
Puerto Montt	-	23.550.840	-\$ 11.095.804	12.455.036	7.673.174.099
Chacabuco	-	15.256.345	-\$ 7.767.664	7.488.681	4.613.551.492
Punta Arenas	-	18.636.920	-\$ 15.892.010	2.744.910	1.691.056.448
				778.386.510	479.540.577.162

4.3 Valorización Económica

En rigor el beneficio social de los puertos debería estimarse como el valor presente de las diferencias entre los *flujos futuros de los excedentes de todos los usuarios de la infraestructura portuaria* y los *flujos futuros de los excedentes que tendrían dichos usuarios en ausencia de la infraestructura portuaria*. Sin embargo, tal estimación es en extremo compleja de realizar. En primer lugar, para estimar los flujos “con” puerto, como mínimo se requeriría contar con la información de los márgenes de prácticamente todos los rubros económicos existentes en el país y, adicionalmente, contar con proyecciones de crecimiento para todos estos rubros, lo cual, resulta inviable de realizar. Por otra parte, para estimar los flujos “sin” puerto, se requeriría establecer la merma productiva y/o



deterioro de los márgenes de cada sector económico, lo cual, nuevamente es imposible de realizar.

No obstante, un enfoque alternativo para aproximarse a la valorización de la infraestructura portuaria es mediante el Catastro de Tiempos de Espera realizado para los Puertos de San Antonio y Valparaíso. Tales estudios, en cierta medida, permitirían aproximarse a la valoración de los puertos a través del ahorro de tiempo de los diferentes usuarios, recayendo la dificultad en la valoración de dicho ahorro de tiempo.

En resumen, dadas las restricciones de información, resulta bastante difícil estimar razonablemente bien el valor económico social de la infraestructura portuaria, en este sentido, la aproximación del valor económico de los puertos a través del ahorro de tiempo de los usuarios, no necesariamente agota la estimación del valor económico de los puertos, sino más bien constituye una cota inferior del orden de magnitud del verdadero valor económico de los puertos.

4.5 Resumen Valoración de Obras Portuarias

La valoración de la infraestructura de obras portuarias consistió en estimar el valor de reposición y el valor marginal de la misma. El valor económico no fue estimado debido a restricciones de información. La estimación del valor de reposición consideró la inversión en infraestructura vertical compuesta por las *oficinas* y *almacenes* y, la inversión en infraestructura horizontal compuesta por los *molos de abrigo*, *molecón*, *muelle*, *explanadas* y *espigón*. Por su parte la estimación del valor marginal consistió en la valoración de los flujos de caja de cada una de las empresas portuarias fiscales. Finalmente, el Cuadro 4.64 muestra el resultado de las estimaciones de valor de reposición y valor marginal. En este caso, dado que no se estimó el valor económico, no es posible calcular el valor de los ratios entre valor económico y valor de reposición, y entre valor marginal y valor económico.

Cuadro 4.64
Resumen Valoración de Obras Portuarias

Valor de Reposición MMUS\$	Valor Marginal MMUS\$	Valor Económico MMUS\$
701	778	No estimado

Fuente: Elaboración propia.

5. Valoración Obras Viales

5.1 Valor de Reposición de Obras Viales

Para el propósito de estimar el valor de reposición de las obras viales, en términos generales, éstas pueden agruparse en cinco grandes categorías: a) caminos pavimentados no concesionados b) caminos pavimentados concesionados; c) puentes; d) túneles; y e) caminos de ripio y tierra. A su vez, para cada uno de estos activos existen subdivisiones por concepto de diferencias de costos, tipos de materiales, etc., las cuales deben ser apropiadamente consideradas para la estimación del valor de reposición.

5.1.1 Caminos Pavimentados no Concesionados

Para comprender la metodología utilizada en el estudio, comenzaremos describiendo, el proceso de construcción de un camino, considerando solo los datos relevantes y representativos del objetivo final del estudio.

En primer lugar, todo camino pavimentado, antes de su construcción, requiere necesariamente de una preparación y nivelación del la faja o terreno a utilizar. Este proceso se debe llevar a cabo antes de proceder a la incorporación de las bases y de las carpetas de pavimento. Esta preparación, consiste en la adecuación del trazado a través de una plataforma sobre la subrasante, que corresponde a la nivelación horizontal de la faja donde se pretende construir un camino.

Posteriormente, una vez efectuada la preparación del camino, el proceso continúa con la incorporación de una *base y/o sub-base granular*. Estas capas consisten en la utilización de material pedroso, que incorpora una mayor resistencia al suelo para soportar y conservar un pavimento en buen estado. La cantidad de este material, por lo general



depende de dos factores: a) el valor de soporte que posee el suelo original de la faja (CBR%) y b) el flujo vehicular por el tramo evaluado - tránsito medio diario anual (TDMA) -. De esta forma se puede asegurar que la incorporación de una base y/o sub base en proporciones adecuadas, mejoraría las características del camino asegurando la resistencia con la cual éste fue concebido.

Posterior al proceso señalado, se procede a pavimentar el camino. Por lo general para pavimentar un tramo específico, se utilizan materiales como el hormigón o el asfalto. Técnicamente, éstos materiales poseen características similares y, en el último tiempo, el asfalto ha sido utilizado permanentemente en la construcción de caminos, representando una alternativa más económica que el hormigón⁵⁷.

Por último, destacamos que paralelamente, a la construcción de un camino, se realizan una serie de obras complementarias y de seguridad que forman parte de la ruta. Nos referimos a las obras de artes, drenajes, bermas, defensas, etc. Obras que permiten que un camino cumpla con la capacidad funcional y de seguridad mínima requerida⁵⁸.

Habida consideración de lo anterior, debido a la diversidad de caminos respecto a sus dimensiones y características técnicas, se tornó bastante complejo utilizar algún método tradicional para valorar este tipo de obras. Estas dificultades se relacionan con las características técnicas de cada ruta o tramo analizado, ya que una gran cantidad de caminos, después de haber sido construidos, ha sufrido innumerables reparaciones, encontrándonos con caminos que tienen una antigüedad cercana a los 30 años y que debajo de la actual carpeta de pavimento, se encuentra una serie de carpetas anteriores y bases que hacen extremadamente difícil la evaluación de su costo de reposición. Por lo tanto, se utilizó el costo de reposición del camino basado en calcular el costo actual de reposición de una ruta, que cumpla con las mismas características técnicas de flujo y

⁵⁷ La economía alcanzada por la aplicación de carpetas de asfalto, no tiene directa relación con los costos directos, sino más bien con el tiempo empleado en la construcción. Ya que una obra en asfalto, podría llegar a representar un 50% del tiempo empleado en una obra de hormigón.

⁵⁸ Para la estimación de estas obras, se supondrá en conjunto un factor que aumente costo por m² de pavimento, que represente cada tipo de carpeta que sea considerada en el estudio. Al momento no contamos con los antecedentes, pero se está a la espera de una respuesta que permita estimar este factor.

resistencia adecuada para el tramo evaluado. En otras palabras, se calculará el valor de reposición de los caminos en términos del *valor de un activo equivalente*.

Luego, el valor de reposición de un camino pavimentado no concesionado se compone de dos grandes ítem, primero la preparación de la faja de tierra, y segundo el costo de reposición de las carpetas de pavimento incluyendo sus bases granulares.

$$V. \text{Reposición Camino Pav. No Concesionados} = \text{Valor Faja Tierra} + \text{Valor Carpetas de Rodado.}$$

Los costos asociados a la *preparación de la faja de tierra* consiste en la inversión requerida para realizar la nivelación de los terrenos originales, y así lograr las pendientes y curvaturas necesarias, según la configuración de la ruta. Este costo tiene directa relación con la orografía del terreno y con la clase de ruta que se está evaluando, no referimos a la categorías de caminos de distribución regional de la red básica (Caminos clase A, B y C) y de la red comunal (caminos clase D y E). Sin embargo, estos costos no son homogéneos y no existe un parámetro claro que permita agregarlos en forma eficiente. Por este motivo, en conjunto con profesionales de la Dirección de Vialidad, se estimó la proporción del costo total de reposición que representa el costo de preparación de la faja de tierra en función de la orografía del terreno y la clase de camino (Ver Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1
Costo de Preparación de la Faja Tierra como Porcentaje del Costo Total

	Categoría del Camino.				
	A	B	C	D	E
Llano	40%	40%	28%	15%	15%
Ondulado	55%	55%	38%	20%	20%
Montañoso	60%	60%	45%	30%	30%
Promedio	46%	47%	31%	16%	15%



Por lo tanto el valor reposición de un camino :se puede expresar de la siguiente forma

$$\text{Valor Reposición Caminos Pavimentados} = \text{Valor Carpetas} / (1 - \alpha)$$

Donde α es el costo de preparación de la faja de tierra expresado como fracción del costo total.

Bajo este enfoque, la estimación del costo de reposición de los caminos pavimentados, no concesionados, estaría en función del valor de reposición de las carpetas de rodado y sus bases granulares.

Para estimar el valor de reposición de la carpeta de rodado y sus bases granulares se utilizaron dos antecedentes, a saber: *tránsito medio diario anual* (TMDA) y el *valor de soporte* (CBR%). Estas dos variables permiten determinar la configuración vertical de un camino, a través de un método conocido como *Ejes Equivalentes*. Este método fue aplicado, en conjunto con la Unidad de Gestión Vial, de forma tal que a través de los valores de TMDA y CBR%, se pueda determinar la estructura del camino equivalente, eso sí, cumpliendo con las mismas condiciones funcionales del tramo evaluado. En el Cuadro 5.2 se presenta la matriz de ejes equivalentes de caminos que entrega como resultado las necesidades de insumos y la configuración vertical del camino en base a las cifras de TMDA y de CBR% de la ruta que se evalúe.

Cuadro 5.2
Matriz Ejes Equivalentes
Configuración Vertical de un Camino Pavimentado.
(cm de espesor)

	CBR%	TMDA				
		< 700	700 - 100	1.000 - 2.300	2.300 - 3.300	
CBR < 12	10	-	5	5	6	RODADURA 5.000 N
		-	6	7	7	BASE ASFALTICA
		20	20	12	12	BASE GRANULAR CBR 80%
		0	0	15	15	SUB BASE GRANULAR CBR 40%
12 > CBR > 17	15	-	8	5	5	RODADURA 5.000 N
		-	0	5	6	BASE ASFALTICA
		20	12	12	12	BASE GRANULAR CBR 80%
		0	15	15	15	SUB BASE GRANULAR CBR 40%
CBR > 18	20	-	6	7	8	RODADURA 5.000 N
		-	0	0	0	BASE ASFALTICA
		20	12	15	15	BASE GRANULAR CBR 80%
		0	17	17	17	SUB BASE GRANULAR CBR 40%

	PAVIMENT O	BOBLE TRATAMIENTO	MEZCLA	MEZCLA	MEZCLA
--	---------------	----------------------	--------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia, en base a los antecedentes proporcionados por Vialidad, MOP.

Con los valores presentados en el Cuadro 5.2 anterior y las bases de datos de TMDA⁵⁹ y CBR% se estimó el valor promedio de reposición de carpeta de rodado por unidad de área⁶⁰, en función de las características de TMDA y CBR% (Ver Cuadro 5.3).

Cuadro 5.3
Costo de Reposición de Carpeta de Rodado por Unidad de Área
(US\$/m²)

CBR%	Valores de TMDA			
	< 700	700 -1000	1000-2300	> 2300
< 12	19,02	23,06	29,09	29,12
12 > CBR >17	19,02	25,35	29,03	29,06
> 18	19,02	24,16	28,96	28,99

Fuente: Elaborado en base a datos de la Unidad de mantenimiento de Vialidad, MOP.

⁵⁹El TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) es uno de los parámetro requerido para el diseño de un camino, y ya que la base de datos proporcionada por Vialidad, solo se cuentan con los TMDA reales del año 1998, se consideró un aumento conservador del 3% por un período de 10 años, ya que la estructura de la vía se define a partir de una demanda esperada en el años de vida útil propuestos para el proyecto.

⁶⁰ Se debe considerar que en base a los cuadros de costos de mantención, en los últimos años el valor de reposición de las obras viales ha sufrido una disminución superior al 25%, razón que se originaría por la alta competencia en el sector y a la variación de precio de los insumos.

Una vez obtenidos los costos por unidad de área para los diferentes tipos de caminos, dichos costos son aplicados a las respectivas superficies de caminos presentadas en el catastro realizado en el contexto del presente estudio. En efecto, el valor de reposición de diferentes tramos de caminos pavimentados no concesionados se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$V. \text{ de Reposición}_{\text{Tramo } i} = \text{Valor } m^2 \text{ camino}_{\text{Tramo } i} (CBR, TMD, A^{61}) \times \text{Area}_{\text{Tramo } i} + \text{Valor } m^2 \text{ de Berma}_{\text{Tramo } i}^{62}$$

Esta fórmula se aplica a un total de 14.246 kilómetros de caminos pavimentados no concesionados. La superficie de estos caminos corresponde a un 91,7% de la superficie total de caminos pavimentados de nuestro país⁶³ que se compone de 108 millones de m² de carpeta y de 250 mil m² de berma.

Finalmente, el Cuadro 5.4 muestra el resumen del valor de reposición para los caminos pavimentados no concesionados. Ahí se aprecia que *el costo total de reposición de los caminos pavimentados no concesionados es de US\$ 4632,9 millones* que se descomponen en US\$ 1.964 millones en preparación de la faja tierra, US\$ 2.664 millones en la carpeta de rodado y US\$ 5 millones en bermas.

Cuadro 5.4
Valor de Reposición
Caminos Pavimentados No Concesionados

	MMUS\$	MM\$
Preparación Faja	1.964,4	655.715,5
Pavimento	2.663,8	1.728.942,4
Berma	4,8	3.054,9
Total	4.632,9	2.387.712,8

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Caminos Pavimentados Concesionados

⁶¹ Cabe señalar que no todos los tramos evaluados contaban con los datos del TMDA por lo que se trabajó bajo el supuesto de que los tramos sin TMDA corresponden a caminos con tránsitos medios diarios anuales menores a 700 vehículos.

⁶² La berma simplemente es una estructura clasificada como Tratamiento Superficial Doble, por lo tanto su valor corresponde a la Clasificación de TMDA < 700.



La metodología utilizada en el punto anterior no es de directa aplicación para estimar el valor de reposición de las obras viales concesionadas. Esto se debe a que la construcción de estas obras considera nuevos estándares y que además no se cuenta con la información del detalle de las características técnicas de estas. Por este motivo, y por tratarse de inversiones recientes, que en algunos casos aún no se concretan en un 100%, se utilizó como proxy del valor de reposición el valor de la inversión efectiva⁶⁴ más el valor de reposición de las obras preexistentes⁶⁵. Luego, el valor de reposición de los caminos pavimentados concesionados se estimó según la siguiente fórmula:

$$\text{Valor reposición Vías Concesionadas} = \sum \text{Inversión}_{\text{Obras } i} + \text{Valor Obras Preexistente}$$

Las vías concesionadas suman aproximadamente unos 2.017 km, de éstos sólo 1.532 km se encuentran en operación o explotación. En este sentido, cabe destacar que de el total de las obras concesionadas, sólo se contabilizaron como tales a aquellas obras que actualmente se encuentran en explotación definitiva o provisoria, con un 100% de operación en sus obras viales. Luego, las obras consideradas en la valorización son las que se aparecen en el Cuadro 5.5.

⁶³ Actualmente, y en base a los datos proporcionados por vialidad, el total de caminos pavimentados alcanza un longitud de 15.525 km.

⁶⁴ Inversión efectiva al primer semestre del 2001, de acuerdo a antecedentes proporcionados por la Coordinación General de Concesiones, CGC, para los proyectos en explotación.

⁶⁵ Como obras preexistente, solo se consideran las vías o caminos que no deben ser reconstruidas por las empresas concesionarias, sino que por el contrario solo deben ser mantenidas y así cumplir con los requerimientos en cada caso en particular.. (no considera puentes o túneles, ya que estos se incorporan en los ítem respectivos).

Cuadro 5.5
Estado de las Obras Viales Concesionadas en Explotación.

Proyecto	En explotación ⁶⁶ .
Los Vilos - La Serena	✓
Santiago - Los Vilos	✓
Santiago - Talca	✗
Talca - Chillán	✓
Chillán - Collipulli	✓
Collipulli - Temuco	✗
Temuco - Río Bueno	✓
Río Bueno - Puerto Montt	✓
Sistema Norte Sur	✗
Ruta 57	✓
Ruta 68	✗
Ruta 78	✓
Túnel El Melón	✓
Nogales Puchuncaví	✓
Camino la Madera	✓
Acceso Norte Concepción	✓

Fuente: Antecedentes de la CGC.

Valor de la Inversión Efectiva:

La información de las inversiones efectivamente realizadas y por realizar, declaradas por las empresas concesionarias, se obtuvo en la Coordinación General de Concesiones⁶⁷ en base al IVA declarado por las empresas y reconocido por el MOP.

El Cuadro 5.6 muestra el detalle de la inversiones para el período 1997-2001.

Cuadro 5.6
Inversión Reconocida por el MOP

Concesión	Cifras en UF							Cifras en US\$	
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total UF	Total US\$
Los Vilos - La Serena			836.056	1.991.137	3.712.125	1.763.108	226.638	8.529.064	220.881.043
Santiago - Los Vilos			1.171.409	3.104.027	971.982	2.251.317	1.476.665	8.975.400	232.440.017
Talca Chillán	948	1.324.264	1.711.143	1.675.753	510.237	448.949	187.458	5.858.752	151.726.759
Chillán - Collipulli			1.582	259.854	899.752	3.419.446	814.537	5.395.172	139.721.222
Temuco - Río Bueno			-	909.791	2.220.936	2.319.127	624.007	6.073.861	157.297.539
Río Bueno - Puerto Montt			-	1.147.300	2.174.388	2.534.549	1.473.681	7.329.918	189.826.221
Túnel El Melón	1.589.734	12.900	-	-	-	-	-	1.602.634	41.504.143
Nogales Puchuncaví	-	270.626	111.422	-	-	-	-	382.049	9.894.088
Santiago - San Antonio	335.904	2.200.243	1.405.073	848.372	167.067	-	-	4.956.659	128.364.847
Santiago - Colina - Los Andes			453.201	872.871	1.808.680	1.071.688	118.279	4.324.719	111.999.211
Acceso Norte a Concepción	588.119	866.932	3.507.700	1.910.920	-	-	-	6.873.671	178.010.571
Camino de la Madera	533.148	415.215	48.436	63	694	-	-	997.555	25.834.139
Sub - Total	3.047.852	5.090.180	9.246.022	12.720.088	12.465.862	13.808.185	4.921.266	61.299.454	1.587.499.799

Fuente: Datos proporcionados por la Coordinadora General de Concesiones.

Valor de las Obras Preexistentes:

⁶⁶ ✓ : Obras Consideradas como concesionadas en este estudio; ✗ : Obras No Consideradas como concesionadas en este estudio, por no encontrarse en operación (Provisoria o Definitiva).



Las obras preexistentes⁶⁸ en los proyectos concesionados, suman un total de 743 km de vías de una sola calzada (ver Cuadro 5.7). Para establecer el valor de reposición de estas obras se utilizó la metodología y parámetros empleados en la estimación del costo de reposición de caminos pavimentados no concesionados. Esto se debe a que las obras preexistentes son compatibles en cuanto a estándares técnicos con dichos caminos. De esta forma, se obtuvo un valor promedio por kilómetro de vía de US\$ 325 mil. Por lo tanto el valor de las obras preexistentes se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Valor obras Preexistentes} = 743 \text{ km} \times \text{Valor Promedio por km de Obra Preexistente.}$$

Cuadro 5.7
Km Obras Preexistentes en Concesiones

Km Preexistentes	KM
Los Vilos - La Serena	125
Santiago - Los Vilos	140
Talca - Chillán	193,71
Chillán - Collipulli	100
Temuco - Río Bueno	100
Río Bueno - Puerto Montt	84
Ruta 57	S/I
Ruta 78	S/I
Nogales Puchuncaví	0
Camino la Madera	S/I
Acceso Norte Concepción	0
Total	743

Fuente: Datos disponibles de la CGC.
S/I : Sin Información.

Luego, el valor de reposición de las obras preexistentes en las rutas concesionadas se estima en US\$ 242 millones (ver Cuadro 5.8).

Cuadro 5.8
Valor de Reposición
Obras Preexistentes en Vías Concesionadas.

Kilómetros de vías	742
Valor Unitario Promedio US\$/km	325.216
Valor Reposición Obras Preexistentes(US\$)	241.541.256

Fuente: Elaboración propia.

⁶⁷ CGC, dependiente del Ministerio de Obras Publicas Transporte y Telecomunicaciones.

⁶⁸ De acuerdo a los datos Obtenidos del estudio "Tarificación vial interurbana" de INECON Ingenieros Economistas Consultores Ltda ,1998, Biblioteca SECTRA.

En resumen, el *costo de reposición de las obras viales concesionadas asciende a US\$ 1.820 millones* que se componen en US\$ 1.587,4 millones de inversión efectiva y US\$ 241,5 millones de obras preexistentes.

5.1.3 Puentes

En base a los antecedentes proporcionados por la Unidad de Ingeniería del Ministerio de Obras Publicas se estimaron los costos promedio de construcción por metro lineal de puente. Este costo depende del tipo de material utilizado en la infraestructura, el suelo y las vigas. Las alternativas de material de construcción son tres: Hormigón, acero y madera. La estimación de los costos se basa en cifras expresadas en dólares de 1993 que fueron actualizadas a valores en dólares del año 2001. Al respecto, la opinión de los profesionales del Departamento de Puentes del MOP es que los datos así obtenidos son consistentes con los costos actuales de construcción. El Cuadro 5.9 presenta el costo unitario por metro lineal de puente según los materiales de construcción.

Cuadro 5.9
Costo Unitario por Metro Lineal de Puentes
según Materiales de Construcción.

TIPO ⁶⁹	US\$/mt (US\$ de 1993)	US\$/mt (US\$ de 2001)
HHH	7.292,24	7.586,93
HAH	7.500,00	7.803,08
HAM	6.250,00	6.502,57
HMM	5.000,00	5.202,06
AAM	3.755,00	3.906,74
MMM	2.500,00	2.601,03

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes del Departamento de Puentes, Ingeniería, Vialidad, MOP.

Luego, dados los costos unitarios, corresponde determinar cómo se distribuye la longitud total de puentes según los tipos que se señalan en el Cuadro 5.9 anterior. Según los antecedentes proporcionados por la Unidad de Gestión Vial (ver Anexo 3),

⁶⁹ En esta nomenclatura la primera letra define el material de la infraestructura, la segunda letra define el material de las vigas y la tercera letra define el material del piso: H=Hormigón; A=Acero; M=Madera.

se obtuvo que la longitud total de puentes en Chile es de 152.453 metros que se distribuyen según se muestra en el Cuadro 5.10.

Cuadro 5.10
Metros lineales de Puentes
según Materiales de Construcción

TIPO	Longitud (metros)	DISTRIBUCION
HHH	39.832	26%
HAH	28.239	19%
HAM	7.028	5%
HMM	4.115	3%
AAM	733	0%
MMM	12.356	8%
OTROS	60.147	39%
TOTAL	152.453	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes proporcionados por la Unidad de Gestión Vial, Vialidad, MOP.

Debido a que un 38% del total de puentes, no posee una clasificación específica, se decidió, en consenso con los profesionales de la Unidad de Gestión Vial, distribuir estos metros de puentes de acuerdo a sus proporciones del Cuadro 5.10, considerando solamente a los puentes HAM, HMM, AAM y MMM, dejándose fuera a los puentes HHH y HAH ya que los profesionales de Gestión Vial señalaron que prácticamente un 100% de este tipo de puentes (HHH y HAH) se encuentra bien clasificado en la información proporcionada (Ver Cuadro 5.11).

Cuadro 5.11
Reagrupación de Metros lineales de Puentes
según Materiales de Construcción

TIPO	MT PUENTES	Part. %
HHH	39.832,38	26%
HAH	28.239,26	19%
HAM	24.472,84	16%
HMM	14.328,55	9%
AAM	2.555,40	2%
MMM	43.024,99	28%
TOTAL	152.453,42	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes proporcionados por la Unidad de Gestión Vial, Vialidad, MOP.

De esta forma se confeccionó el Cuadro 5.12, donde se aprecia que el *valor de reposición para los puentes es de US\$ 878 millones.*

Cuadro 5.12
Distribución y Costo de Reposición de Puentes.

TIPO	Longitud Puentes metros	Participación %	Costo Reposición US\$ de Junio 2001
HHH	39.832	26	302.205.379
HAH	28.239	19	220.353.298
HAM	24.473	16	159.136.365
HMM	14.329	9	74.537.902
AAM	2.555	2	9.983.288
MMM	43.025	28	111.909.193
TOTAL	152.453	100	878.125.425

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Túneles

Cabe destacar que respecto de los túneles, es bastante reducida la información disponible en cuanto a sus costos de reposición, sin embargo, de acuerdo a valores del Ministerio de Obras Públicas⁷⁰, en promedio la construcción de un túnel bordea los US\$ 15,0 millones por kilómetro, lo que multiplicado por la longitud total de túneles viales en nuestro país, que asciende a 23,7 kilómetros, nos permite estimar que el *costo de reposición de los túneles aproximado a los US\$ 356 millones* (Ver Cuadro 5.13).

⁷⁰ Valores publicados en al página web del Ministerio.

Cuadro 5.13
Costo Reposición de Túneles.

REGION	NOMBRE DEL TUNEL	LONGITUD ⁷¹	COSTO US\$ de Junio de 2001
		(metros)	
II	Pedro Galleguillos	793	11.895.000
IV	Puclaro	390	5.850.000
IV	Las Astas	787	11.805.000
IV	Curvo	212	3.180.000
IV	Recto	142	2.130.000
IV-V	Las Palmas	980	14.700.000
V	El Melón	2.543	38.145.000
V	Caracoles	3.143	47.145.000
V	Cristo Redentor	1.516	22.740.000
V	La Calavera	298	4.470.000
V	La Grupa	1.277	19.155.000
V	Jardín Botánico Oriente	245	3.675.000
V	Jardín Botánico Poniente	245	3.675.000
V-R.M.	Chacabuco	2.045	30.675.000
R.M.-V	Zapata	1.215	18.225.000
R.M.	Lo Prado	2.800	42.000.000
R.M.-VI	Angostura	347	5.205.000
IX	Las Raíces	4.528	67.920.000
XI	El Farellón	220	3.300.000
Total		23.726	355.890.000

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la Unidad de Gestión Vial, Vialidad, MOP.

5.1.5 Caminos de Ripio y Tierra.

En cuanto a los caminos no pavimentados, la metodología es relativamente sencilla. Concretamente, el valor de reposición de los caminos no pavimentados se estimará como la superficie total de estos caminos multiplicado por su costo unitario -US\$/m²-, segmentando para tales efectos entre los caminos de ripio y los caminos de tierra, como no existe un registro tan detallado como en el caso de los caminos pavimentados, cabe señalar que se utilizará como medida estándar un ancho promedio de los caminos de tierra de 7 metros.

Finalmente, cabe señalar que se emplearán como referentes del costo unitario de aquellos valores contenidos en el Plan Director de Infraestructura del 2000 al 2010

⁷¹ Para el caso de los túneles Caracoles y Cristo Redentor, solo se consideró el tramo Chileno.

(Cuadro 5.14). Luego, el *valor de reposición de los caminos de ripio y tierra es de US\$ 5.800 millones.*

Cuadro 5.14

Costos Unitarios y Valor de Reposición de los Caminos de Tierra y Ripio

	Tierra	Ripio	Total
Costo Unitario en US\$/m ²	7,56	17,65	-
KM evaluados	29.853	34.159	64.012
Valor Reposición Total US\$	1.580.359.002	4.219.390.867	5.799.749.868

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan Director de Infraestructura 2000 - 2010

5.1.6 Resumen del Valor de Reposición de Obras Viales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el valor de reposición de las Obras Viales asciende a MMUS\$ 13.495 . Ver Cuadro 5.15.

Cuadro 5.15

Valor de Reposición de las Obras Viales.

Obras Viales	Valor de Reposición en Millones de US\$
Caminos pavimentados no concesionados	4.632
Caminos pavimentados concesionados	1.829
Puentes	878
Túneles	356
Caminos de ripio y tierra	5.800
Total	13.495

Fuente: Elaboración propia.



5.2 Valor Marginal o Disposición a Pagar por Obras Viales

Para estimar el valor marginal otorgado a los caminos interurbanos, se supuso que lo más valorado por los usuarios, es la posibilidad de transportarse de un punto a otro dado un determinado estándar de calidad de la infraestructura disponible⁷² y no si dicho desplazamiento es realizado a través de puentes, pasos inferiores o sólo por medio de caminos. Este supuesto aún cuando resulta trivial, es importante de señalar ya que implica que para los fines de medir el valor marginal de la infraestructura vial interurbana, los puentes, pasos inferiores y caminos deberán agregarse en una sola unidad: *kilómetros de calidad homogénea*. Al respecto, si bien en rigor es prácticamente imposible clasificar detalladamente los trayectos de los caminos según su calidad, una opción bastante apropiada – y que también se encuentra acotada por la disponibilidad de información – es segmentar los caminos entre aquellos concesionados en explotación y los no concesionados o que aún no entran en explotación⁷³. Esto, en virtud de que las normas de seguridad y estado del pavimento, entre otras variables, muestran una clara diferencia entre ambas categorías, existiendo en el caso de los caminos concesionados en explotación estándares de calidad homogéneos y más altos que el de los otros caminos.

En consecuencia, se estimará la disposición a pagar para cada uno de estos caminos – concesionados en explotación y los demás --. En el caso de los caminos que se encuentren sujetos al cobro de peajes, la proxy empleada para la disposición a pagar será el cobro de los peajes. En tanto que para los caminos que no se encuentren afectos al cobro de peajes, su disposición a pagar se estimará en base al kilometraje de dichos caminos por el pago promedio de peaje por kilómetros a los cuales da posibilidades de uso dicho pago. Más concretamente, para todas las rutas no sujetas a

⁷² Es decir, factores tales como la seguridad del camino, estado del pavimento, señalética, etc. -.

⁷³ Los caminos concesionados en explotación son aquellos que ya se encuentran habilitados con las normas de calidad requeridas y que se encuentran realizando un cobro de peaje. En tanto que los caminos concesionados que no se encuentran en explotación no están habilitados y todavía no entran al régimen de cobro de los concesionarios y, por ende, sus características se asemejan más bien a los caminos fiscales tradicionales.



peajes⁷⁴ se empleará como proxy de la demanda el flujo de vehículos anual según las categorías de cobro actualmente existentes – e.g., automóvil, motos, camiones, buses, etc. – por el número de kilómetros máximos de desplazamiento. En tanto que el valor unitario a aplicar a dicha demanda será el *peaje promedio por kilómetro* según categoría de cobro – e.g., camionetas, automóvil, etc, - *de los caminos que no son concesionados en explotación*. Más específicamente, la disposición a pagar para dichos caminos se estimará del siguiente modo:

$$\text{Valor Marginal} = \sum_{i=1}^n (q_{ij} * p_i * km_i)$$

Donde:

q_{ij} = flujo de vehículos de la categoría i en el camino j.

p_i = peaje promedio por kilómetro cobrado a la categoría de vehículos i de los caminos no concesionados en explotación que realizan el cobro de peajes.

km_i = kilómetros del camino i

Por lo tanto, el valor marginal o disposición a pagar por los caminos interurbanos pavimentados se estima en base a los ingresos operacionales, por concepto de cobro de peaje, para un período de 20 años. Se debe tener presente que la estimación solo considera a los *caminos interurbanos pavimentados*.

Tal como se señaló anteriormente la principal consideración efectuada en la metodología, es la agrupación de las rutas en tres categorías, a saber:

- No Concesionadas con el información de TMDA.
- No Concesionadas sin información de TMDA⁷⁵.
- Concesionadas.

⁷⁴ Prácticamente por definición, dichos caminos no incluyen a los caminos concesionados en explotación.



Por último cabe destacar, que para el cálculo de los flujos se estimó un crecimiento conservador en la demanda de tránsito, del orden del 3% anual en los TMDA⁷⁶ de los caminos interurbanos pavimentados.

Obras No Concesionadas con Información del TMDA:

El valor marginal de este tipo de obras se estimó de la siguiente forma:

1. Se procedió a calcular el valor por km que los usuarios pagan por realizar sus viajes utilizando la red estatal de caminos pavimentados no concesionados. Inclusive contabilizando los antiguos peajes de Santiago a San Antonio y el Peaje de Perquilauquen, y excluyendo los peajes de la Ruta 5 Norte, ya que estos no son representativos del sistema normal de cobro de peaje⁷⁷. El Cuadro 5.16 muestra el cálculo del peaje promedio por km de camino para el caso de caminos pavimentados no concesionados .

⁷⁵ Nos referimos a los tramos no concesionados sin una medición de los sus TMDA, por lo que corresponde aquellos casos donde la base de datos de Vialidad, no establecía este parámetro.

⁷⁶ Aunque existen textos donde se refieren a una estimación del crecimiento cercana al 7% anual, esta cifra tiene directa relación con el crecimiento del PIB, por lo que al igual que en los Estudios de Ingeniería de Tránsito para rutas concesionadas, se consideró un 3% como una cifra bastante conservadora y realista.

⁷⁷ Los peajes del Norte, no fueron contabilizados, ya que se puede apreciar que el cobro real por transitar por esta ruta, solo estaba establecido en dos peajes. Donde la zona de influencia se extendía por mas de 4.000 km de ida y vuelta, con sólo estos dos peajes, quedando mas de $\frac{3}{4}$ partes de la ruta desafectadas de todo cobro de peajes.

Cuadro 5.16
Peaje promedio en \$/km pagado por ruta y vehículo

Peaje Zona		Dirección de Cobro	Automóvil		Camión y Bus 2 Ejes		Camión y Bus 3 y mas ejes		Motos	
			Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana
Sur	Quinta (Km 164 Ruta. 5 Sur)	S - N	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Quepe (Km 695 Ruta 5 Sur)	S - N	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Angostura (Km 57 Ruta 5 Sur)	N - S	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Perquillauquen (Km 345 Ruta 5 Sur) *	N - S	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Santiago - Pro Montt - Santiago \$/KM		2043	3,92	6,07	7,05	8,03	9,99	12,73	1,17
Viña Valparaíso	Lo Prado	Cord-Costa	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Zapata	Costa - Cordill	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Santiago - Viña - Santiago \$/Km		224	17,86	27,68	32,14	36,61	45,54	58,04	5,36
San Antonio	El Paico *	Cord-Costa	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Santiago - San Antonio - Santiago \$/Km		210,6	9,50	14,72	17,09	19,47	24,22	30,86	2,85
Los Andes	Chacabuco	N - S	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	C. Redentor	Costa - Cordill	2.000	3.100	3.600	4.100	5.100	6.500	600	800
	Santiago - Paso Libertadores - Santiago \$/KM		300	13,33	20,67	24,00	27,33	34,00	43,33	4,00

Fuente: Elaboración propia.

2. A partir del Cuadro 5.16 se estima un valor promedio país para la tarifa cancelada por tipo de vehículo a lo largo de todos los caminos no concesionados. Los resultados se presentan en el Cuadro 5.17.

Cuadro 5.17
Valor de Peaje Promedio Caminos No Concesionados.
(Valor en \$/Km)

Automóvil		Camión y Bus 2 Ejes		Camión y Bus 3 y mas ejes		Motos	
Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana
11	17	20	23	28	36	3	4

Fuente: Elaboración propia.

3. Posteriormente en base a información de volúmenes de tránsito⁷⁸ se estimó el porcentaje de participación según tipo de vehículo con respecto al TMDA representativo en cada región. Para esto se utilizó la composición promedio de una muestra tomada, en al menos 10 estaciones de conteo, por región y por categoría de vehículo (ver Cuadro 5.18).

⁷⁸ “Volumen de tránsito en los caminos de Chile”, Dirección de Vialidad, 1998.

Cuadro 5.18
Participación de los Vehículos por Región en Caminos No Concesionados

Región	Autos	Camionetas	Camion 2 E	Camion + 2E	Semi Remolque	Remolques	Buses 2 E	Buses 2 + E
I	40,86%	18,72%	8,93%	4,70%	11,50%	3,94%	10,18%	1,13%
II	20,79%	25,49%	8,57%	5,37%	24,28%	6,36%	8,20%	0,91%
III	33,70%	24,36%	9,00%	5,45%	16,04%	5,46%	5,35%	0,59%
IV	35,03%	34,15%	10,34%	3,01%	5,48%	4,17%	7,00%	0,78%
V	46,76%	25,49%	9,90%	3,56%	3,22%	2,33%	7,71%	0,86%
VI	42,93%	31,49%	9,45%	3,70%	2,28%	4,76%	5,69%	0,63%
VII	31,88%	34,63%	11,87%	4,22%	2,36%	7,19%	7,00%	0,78%
VIII	31,96%	35,40%	12,04%	3,33%	2,64%	7,20%	6,66%	0,74%
IX	33,06%	33,79%	10,63%	4,14%	2,37%	8,12%	6,96%	0,77%
X	37,49%	31,50%	12,33%	3,46%	2,43%	5,39%	6,63%	0,74%
XI	33,26%	38,87%	12,72%	4,61%	1,03%	0,50%	8,08%	0,90%
XII	40,26%	28,26%	8,45%	3,12%	6,11%	1,80%	10,71%	1,19%
R.M.	41,48%	26,00%	11,78%	4,81%	3,77%	4,00%	5,59%	0,62%

Fuente: Elaboración propia.

4. Al realizar el cruce entre los datos del Cuadro 5.18 y los TMDA⁷⁹ correspondientes se obtienen los TMDA representativos para una ruta determinada según cada uno de los tipos de vehículos, tal como lo señala la siguiente fórmula:

$$TMDA_{\text{Tipo Vehículo, Tarifa, Región}} = TMDA_{\text{Correspondiente al tramo } i} \times (\% \text{ de Vehículos}_{\text{Tipo, Tarifa, Región}})$$

A modo de ejemplo, en el Cuadro 5.19 se presenta el modo de obtener los datos según categorías de vehículos en dos caminos de la I Región, con TMDA de 20 y 30, y longitudes de 1,78 y 48,5 kilómetros respectivamente.

Cuadro 5.19
TMDA por Categoría de Vehículo y Tarifa Asociada

Región	Participación por tipo de vehículo.									
			Automovil		Camión y bus 2 ejes		Camión y bus + 2 ejes		Motos	
			Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana	Semana	Fin Semana
I	TMDA	Total KM	35,3%	24,3%	14,7%	4,4%	17,7%	3,6%	0,0%	0,0%
	20	1,78	7,1	4,9	2,9	0,9	3,5	0,7	0,00	0,00
	30	48,5	10,6	7,3	4,4	1,3	5,3	1,1	0,00	0,01

Fuente: Elaboración propia.

5. Luego, con las cifras de peaje promedio y los TMDA calculados tal como se presenta en los Cuadros 5.17 y 5.19 anteriores se calcula el ingreso operacional por concepto de peaje en cada una de los caminos pavimentados no concesionados.

⁷⁹ Corresponde al TMDA total de la base de datos proporcionada por Vialidad.



6. Finalmente, para la proyección de los flujos operacionales se consideró una tasa de crecimiento anual de 3% en el número de vehículo por categoría. Con los flujos proyectados en horizonte de 20 años se calculó el valor presente descontado a una tasa de 12%.

El resultado que se obtiene al sumar el valor presente de los distintos caminos pavimentados no concesionados para los cuales se dispone de información del TMDA es de *US\$ 2.917 millones que corresponden al valor marginal de estos caminos.*

Obras No Concesionadas Sin el Dato del TMDA:

A diferencia del punto anterior, estos caminos no cuentan con los datos de TMDA, ya que la base de datos proporcionada por Vialidad, sólo incluye los datos originales del Volumen de Transito de 1998, donde se excluye una serie de caminos menores o bien de tramos cortos. Luego, es necesario realizar una estimación del TMDA de estos caminos para luego poder calcular su valor marginal.

La estimación del TMDA consiste en calcular un promedio de los TMDA a nivel nacional, de acuerdo a sus categorías, ya sea camino de la red básica (Caminos clase A, B y C) o de la red comunal (caminos clase D y E), todo esto en base a los datos de Vialidad. Los TMDA promedio por categoría de camino se muestran en el Cuadro 5.20.

Cuadro 5.20
Valor Promedio de los TMDA
para Caminos a nivel nacional.

Categoría Camino	TMDA Promedio
A	2.233,5
B	2.300,8
C	1.336,2
D	752,1
E	349,1

Fuente: Elaboración propia.

Con las cifras de los TMDA promedio más los kilómetros regionales correspondientes a cada categoría (A,B,C,D y E) de caminos pavimentados no concesionados para los cuales no se dispone de la medición de TMDA y, utilizando la composición del tránsito de vehículos definida en el Cuadro 5.18 anterior, se estimó⁸⁰ la disposición a pagar que tendrían los usuarios por circular en estos caminos. El Cuadro 5.21 muestra las disposiciones a pagar según región.

Cuadro 5.21
Disposición a Pagar
Caminos No Concesionados sin Información del TMDA

Región	Ingreso Anual US\$
I	582.868
II	3.026.269
III	772.558
IV	1.340.498
V	4.619.170
VI	4.439.345
VII	2.554.150
VIII	11.932.041
IX	6.006.304
X	11.847.330
XI	3.706.327
XII	-
RM	12.796.674
Total	63.623.534

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el cálculo de Valor Presente a 20 años, con una tasa de descuento de 12% y con un aumento del 3% anual en el tránsito, entrega como resultado que *el valor marginal o disposición a pagar por los caminos no concesionados sin información de TMDA es de US\$ 575 millones.*

Obras Concesionadas

La estimación del valor marginal de las obras viales concesionadas cuentan con dos diferencias respecto de las obras viales no concesionadas.

⁸⁰ La estimación utiliza la metodología descrita en los puntos 4, 5 y 6 de la sección Obras No



1. El TMDA⁸¹ es un dato estándar para toda la obra concesionada y no solamente para un tramo como ocurre en las obras no concesionadas.
2. En cuanto a la estimación de las tarifas, la metodología es diferente, ya que las vías concesionadas poseen tarifas establecidas de acuerdo a plazas de peajes troncales o laterales. En este caso, el cálculo de la tarifa agregada, fue similar al caso de los caminos sin concesionar, pero cabe señalar que sólo se utilizaron los promedios de las tarifas actuales cobradas en la plazas troncales de caminos en explotación, y no los peajes de ingreso o de salida de la ruta, ya que éstos sólo pretenden cobrar la diferencia entre los kilómetros recorridos que no estaban bajo la influencia de un peaje troncal. Las tarifas así obtenidas se muestran en el Cuadro 5.22 donde se aprecia que los valores promedio cobrados por kilómetro recorrido, están por sobre los estimados en el caso de los caminos no concesionados (ver Cuadro 5.17 anterior)

Cuadro 5.22
Tarifas promedio por Kilómetro, en rutas concesionadas
(\$/km.)

Auto / camioneta	Auto / camioneta remolque	Camión y Bus de 2 ejes	Camión y Bus de mas de 2 ejes	Motos
21	30,2	36,8	65,75	5,25

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de haber realizado reiteradas solicitudes de información a la Coordinadora General de Concesiones, no se logró obtener la proporción de vehículos que pagan por una tarifa punta, por lo que siendo conservador, solamente se utilizaron los datos del horario normal. Además, esta misma entidad no proporcionó, aún cuando fueron solicitadas en reiteradas ocasiones, las cifras actualizadas de los TMDA de cada ruta. Por tal motivo, se trabajó con las cifras históricas de TMDA que tal vez pueden presentar desviaciones importantes respecto de la situación actual. Con estas consideraciones y, utilizando las tarifas presentadas en el Cuadro 5.22 anterior y

Concesionadas con Información de TMDA.

⁸¹ Por no contar con datos provenientes de la CGC, solo se realizó el cálculo del valor marginal en base a las tarifas y TMDA de horarios normales, y no se logró obtener los datos para horarios punta.

siguiendo la metodología utilizada en los caminos no concesionados *se estimó en US\$ 1.505 millones el valor marginal de los caminos concesionados.*

Finalmente, el Cuadro 5.23 muestra un resumen de las estimaciones de los resultados obtenidos. Ahí se aprecia que *el valor marginal de los caminos pavimentados concesionados y no concesionados es de US\$ 4.997 millones.*

Cuadro 5.23
Valor Marginal de Caminos Pavimentados

	\$	US\$
No Concesionada Con TMDA	1.797.320.924.999	2.917.397.252
No concesionada Sin TMDA	353.973.723.948	574.567.377
Concesionadas	926.936.259.235	1.504.595.678
Total	3.078.230.908.182	4.996.560.307

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Valorización Económica de Obras Viales

Para valorizar socialmente los caminos interurbanos se debe contar con una estimación del beneficio privado a la cual se le deberá agregar la valoración de las externalidades – positivas o negativas – y el excedente de los consumidores. En el caso que aquí nos ocupa, existe bastante evidencia de que existen externalidades de significancia⁸²⁸³⁸⁴ y, además, existen razones fundadas para suponer que el excedente de los consumidores no es menor. Sin embargo, como se verá más adelante, resulta bastante difícil estimar este excedente.

En efecto, la infraestructura vial, y en especial los caminos interurbanos, se caracteriza por contar con importantes *externalidades* en su provisión. La primera corresponde al mejoramiento de las condiciones de acceso de los terrenos cercanos a los caminos, lo

⁸² Este tipo de beneficios son medidos en Jacoby H. (1998). “Access to Markets and the Benefits of Rural Roads: A Nonparametric Approach”. Development Research Group. The World Bank.

⁸³ Van de Walle D. (2000). “Choosing Rural Road Investments to Help Reduce Poverty”. World Bank.

⁸⁴ Pender J., S. Scherr y G. Durón (1999). “Pathways of Development in the Hillsides of Honduras: Causes and Implications for Agricultural Production, Poverty, and Sustainable Resource Use”. ETPD Discussion Paper, N° 45. Environment and Production Technology Division, International Food Policy Research Institute, Washington D.C.



cual tiene implicancias que van desde el acercamiento a mercados como la disminución de los costos de transporte. Por otra parte, el hecho de contar con caminos con mayores normas de seguridad y un mejor estándar de calidad – como es el caso de los caminos concesionados en explotación - se traduce en la existencia de menores accidentes, con la consiguiente reducción de los costos asociados a éstos.

Por otra parte, desde la perspectiva de la evaluación social de los caminos, al igual que en el caso de los aeropuertos, también existe una *amplia gama de usuarios* que probablemente valoran de distinto modo dichas obras. Por ejemplo, la valoración de un camino desde la ciudad al puerto será diferente para un usuario que va de paseo al puerto el fin de semana en relación al usuario que emplea todos los días la ruta para ir a trabajar desde el puerto a la ciudad (o viceversa). Sin embargo, la información disponible no es la suficiente para estimar un orden de magnitud que permita dimensionar el excedente de los usuarios de los caminos. Esto, ya que al igual que en el caso de los puertos, los usuarios de los caminos abarcan a prácticamente todos los sectores económicos del país, lo cual, tal como se explicó previamente, torna bastante difícil obtener una estimación razonable del excedente de los usuarios. Sin embargo, en este punto, se emplearán estudios de evaluaciones concretas con las que cuenta la Unidad de Gestión Vial del Ministerio de Obras Públicas, las cuales contarán con estimaciones de la reducción de costos de operación de los usuarios cuando se pavimentan los caminos. Tales antecedentes, en cierta medida, permitirán obtener aproximaciones al excedente de los usuarios, aunque cabe destacar que ésta corresponderá a la cota mínima del excedente del usuario, ya que dicha estimación corresponde sólo a uno de los posibles beneficios para los usuarios.

En consecuencia, atendiendo a lo expuesto previamente, la estimación de beneficio social de los caminos interurbanos corresponderá al valor marginal de la infraestructura más una estimación de sus externalidades. En cuanto al valor marginal de la infraestructura, dicha estimación corresponde a la realizada en la sección anterior, en tanto que las externalidades se estimarán del siguiente modo.

Externalidad por Menores Accidentes de Tránsito



Las carreteras concesionadas en explotación, tal como se mencionó previamente, cuentan con mejores estándares de seguridad y calidad de los caminos en general, lo cual, en definitiva se ve reflejado en la existencia de menor cantidad de accidentes, con las consiguientes ganancias para el país que esto implica. Por ejemplo, en el caso del Túnel el Melón se estima que las muertes por accidente se redujeron en casi un 100% posterior a su construcción⁸⁵.

En consecuencia, se propone incorporar en la evaluación los beneficios sociales por concepto de menores accidentes en los caminos concesionados en explotación. Para tales efectos, el número de accidentes, heridos y muertes en los escenarios “con” y “sin” camino concesionado se medirá a partir de las estadísticas de la Unidad de Seguridad Vial⁸⁶, correspondiendo al escenario “con” caminos a la situación actual, en tanto que el escenario “sin” caminos se asociará al número de accidentes registrados previo al inicio de la entrada en operación de los caminos concesionados.

Finalmente, para valorar el costo asociado a los accidentados se emplearán las estimaciones disponibles al respecto. Correspondiendo a CITRA (1996) las estimaciones más actualizadas de las cuales se disponen para medir el beneficio social de los menores accidentes viales.

Externalidades Terrenos Aledaños a los Caminos

Las externalidades por concepto de mejores accesos que se traducen en menores costos de transporte – o equivalentemente aumento de la rentabilidad – y cambios en el mix de producción de los terrenos cercanos a los caminos – por ejemplo, aumento de

⁸⁵ Ghisolfo F. (2001). “La evaluación Socioeconómica de Concesiones de Infraestructura de Transporte: Caso Túnel el Melón-Chile”. CEPAL-Seir, Recursos Naturales e Infraestructura.

⁸⁶ Esta unidad depende de la Dirección de Vialidad del MOP y realiza constantes análisis de las estadísticas anuales del número de accidentes, heridos y muertos en rutas de nuestro País.



comercialización de productos frescos -, entre otros efectos, pueden medirse de dos modos.

El primero corresponde a estimar cómo han variado los costos de transporte, dimensionar cómo ha aumentado la rentabilidad de los productores al modificarse el mix productivo, etc.. Este enfoque claramente implica contar con una importante cantidad de información y, adicionalmente, realizar un alto número de supuestos que pueden ir en contra de la solidez de las estimaciones realizadas, todo lo cual en definitiva se traduce en que resulta bastante difícil seguir este tipo de enfoques⁸⁷.

En cuanto al segundo enfoque, éste se fundamenta en el hecho de que si la tierra se comporta como un activo estándar, entonces, su valor es igual al valor presente de los flujos de los máximos retornos que es posible de alcanzar en dichos terrenos. De este modo, las ganancias asociadas a la existencia de caminos cercanos debieran ser capitalizadas a través de un mayor valor de la tierra. En consecuencia, las externalidades asociadas a la cercanía de los caminos pueden ser medidas a través del diferencial de precios entre terrenos de usos similares que deslinden con los caminos versus los terrenos que se encuentran alejados de los caminos.

En base a lo anterior, la valorización de las externalidades por cercanía a los caminos se mide en base al diferencial de precios de los terrenos cercanos a los caminos en relación a aquellos que se encuentran más alejados. Para realizar dicha estimación, en cada una de las regiones del país se catastró el precio de los terrenos que se encuentren cerca y lejos de los caminos y que se encuentren en venta, ya sea a través de el diario El Mercurio o en otro medio de comunicación, encontrándose dicho catastro acotado a un máximo de 15 cotizaciones para terrenos cercanos y 15 cotizaciones para terrenos alejados a los caminos, los cuales deben presentar características de usos similares – e.g., agricultura, industria, residencial, etc. -. Cabe señalar que para definir la distancia a partir de la cual un terreno se puede considerar alejado, se consultó a expertos en el sector mobiliario – e.g., agentes de bienes raíces, corredoras de propiedades, etc. -.

Posteriormente, en base a la información de precios de terrenos se estimó el diferencial de precios promedio por región, el cual se aplicará al conjunto de terrenos beneficiados en cada región. La definición del área de los terrenos que se beneficiarían de las externalidades de los caminos corresponde a: dos veces la longitud de los caminos en evaluación por el número de kilómetros a partir de las cuales se define que un terreno se encuentra alejado del camino⁸⁸.

En resumen, el beneficio económico social se mide como el beneficio económico privado asociado a la gestión de los caminos nacionales más los beneficios por concepto de las externalidades por los beneficios originados por la disminución de los accidentes en los caminos concesionados en explotación más la externalidades capturadas a través del mayor valor de los terrenos que limitan con los caminos más.

5.3.1 Beneficios por Disminución de Accidentes

Para el cálculo de los beneficios por menor cantidad de accidentes, se utilizaron los costos por Muertos, Lesionados y Accidentes de acuerdo al CITRA (1996) (Ver Cuadro 5.24).

Cuadro 5.24.
Costo relacionados a los accidentes.

Costos Relacionados	UF
Muerto	1.250
Accidentes	56
Lesionados	178

Fuente: "Investigación Diseño de Programa de Seguridad Vial Nacional". Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, 1996.

⁸⁷ Tales restricciones son claramente expuestas en Jacoby H. (1998). "Access to Markets and the Benefits of Rural Roads: A Nonparametric Approach". Development Research Group. The World Bank.

⁸⁸ El área se considera dos veces la longitud del camino, ya que la carretera colinda con terrenos a ambos lados. En tanto que el ancho del área se encuentra determinado por el límite de cercanía obtenido a

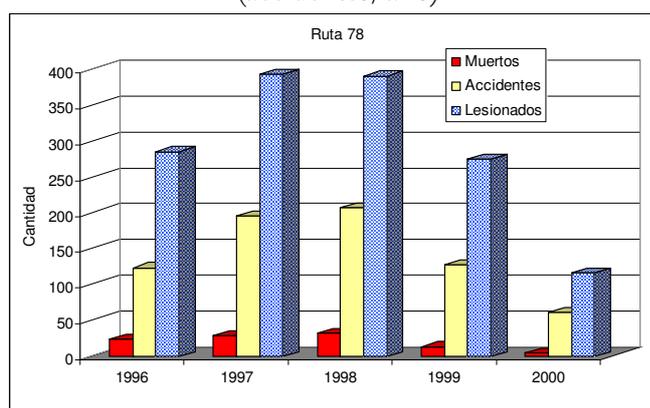
Las estadísticas de accidentes fueron proporcionadas por la Unidad de Seguridad Vial dependientes de Vialidad. Para el beneficio asociado a la reducción de accidentes se utilizaron los datos del año inmediatamente anterior al comienzo de las obras propias de la concesión para evitar distorsiones en los resultados, ya que se pudo apreciar que durante la construcción de las obras concesionadas, el número de accidentes se incrementaban considerablemente, tal como se puede apreciar en el Gráfico 5.1 que establece las estadísticas de accidentes para el caso de la Ruta 78, Santiago- San Antonio, donde se aprecia como en 1997, el año de inicio de la construcción, los datos de accidentes aumentan considerablemente, para luego disminuir drásticamente para el año 2000, con cifras muy inferiores a las que existían antes del inicio de la concesión.

Gráfico 5.1

 Evolución Histórica de los Accidentes

 Ruta Concesionada Santiago - San Antonio

 (accidentes/año)



Se debe señalar que se esperaba poder trabajar con datos mas representativos, pero debido a lo nuevo de estas obras las estadísticas disponibles no permite establecer el efecto real en la disminución de accidentes a causa de las obras concesionadas, por lo tanto se optó por utilizar la reducción de accidentes asociada a la puesta en marcha de la Ruta 75, camino Santiago - San Antonio, que se encuentra en operación desde 1999. En las estadísticas de esta ruta se puede apreciar claramente el efecto de la Obra. Es cierto que es una base bastante pobre para estimar una reducción de accidentes en toda

partir de la consulta con expertos del sector, el cual a su vez se emplea para estimar el diferencial de precios entre terrenos cercanos y terrenos lejanos al camino.



la red concesionada, pero los antecedentes disponibles de las obras que se encuentran en operación, no permiten realizar una estimación más precisa en el sentido de disponer de una evolución de los datos como la que se presentó en el Gráfico 5.1 anterior. Esto porque al menos se requerirían los datos de accidentes de un año posterior a la puesta en operación de la ruta.

Con las estadísticas disponibles, se elaboró el Cuadro 5.25, donde se establece el número de incidentes por ruta, de acuerdo a las cifras del año anterior al comienzo de las obras propias de la concesión, con el fin de evitar las distorsiones mencionadas anteriormente.

Cuadro 5.25
Número de incidentes carreteros en las rutas, antes de la concesión.

	Datos Antes de la concesión		
	Muertos	Accidentes	Lesionados
Los Vilos - La Serena	17	56	121
Santiago - Los Vilos	36	142	336
Talca - Chillán	69	304	566
Chillán - Collipulli	34	125	280
Temuco - Río Bueno	22	30	77
Río Bueno - Puerto Montt	14	32	80
Ruta 57	2	10	19
Ruta 78	24	123	285
Taotal Registrado	218	822	1764

Fuente: Elaboración propia a partir de Datos proporcionado por la Unidad de Seguridad Vial.

Además, se realizó una estimación de reducción de incidentes con los datos del año 2000, en aquellas obras que entraron en operación a mediados o fines de ese año, y se pudo apreciar que la disminución de accidentes era efectiva y que recién con datos del año 2001 se podría realizar una estimación mas precisa. Luego, las reducciones de incidentes esperadas para cada ruta, estarían establecidas en los porcentajes que se presentan en el Cuadro 5.26.

Cuadro 5.26
% Reducción de los accidentes en rutas concesionadas.

Item	Variación Promedio
Muertos	-83%
Accidentes	-50%
Lesionados	-59%

De acuerdo a los datos del Cuadro 5.26, se observa que las cifras esperadas son extremadamente alentadoras, sobre todo para el caso de incidentes que tienen consecuencias fatales, esperándose una disminución superior al 80%, y del orden de 50% en lo que respecta a víctimas lesionadas y en el número de accidentes ocurridos en las respectivas rutas.

Finalmente, en el Cuadro 5.27 se presenta la estimación de disminución esperada de incidentes en cada una de las rutas concesionada. Mientras que en el Cuadro 5.28 se presenta la disminución en costos relacionados a cada tipo de incidente que en total asciende a US\$ 11,3 millones al año alcanzando una reducción de un 70% en los costos⁸⁹ de acuerdo a los antecedentes de accidentes iniciales que se observan en el Cuadro 5.27 anterior. Al proyectar a perpetuidad, con una tasa de descuento de 12%, el ahorro anual por concepto de menor número de accidentes se obtiene como *beneficio total la cifra de, US\$ 94,3 millones.*

Cuadro 5.27.
Reducción de accidentes en Rutas concesionadas.

	Datos Antes de la concesión			Datos Después de la concesión		
	Muertos	Accidentes	Lesionados	Muertos	Accidentes	Lesionados
Los Vilos - La Serena	17	56	121	6	33	57
Santiago - Los Vilos	36	142	336	12	84	159
Talca - Chillán	69	304	566	23	180	269
Chillán - Collipulli	34	125	280	11	74	133
Temuco - Río Bueno	22	30	77	7	18	37
Río Bueno - Puerto Montt	14	32	80	5	19	38
Ruta 57	2	10	19	1	6	9
Ruta 78	24	123	285	8	73	135
Taotal Registrado	218	822	1764	73	487	837

Fuente: Elaboración propia a partir de Datos proporcionado por la Unidad de Seguridad Vial.

Cuadro 5.28
Beneficio por Disminución de accidentes en Rutas concesionadas

	\$	US\$
Muertos	3.626.947.733	5.887.233
Lesionados	373.415.010	606.124
Accidentes	2.967.947.511	4.817.549
Total	6.968.310.255	11.310.906

⁸⁹ De acuerdo a los cálculos los el costo inicial de los accidentes ascendería a unos MMUS\$ 16,31.

5.3.2 Mayor Valor de los Terrenos

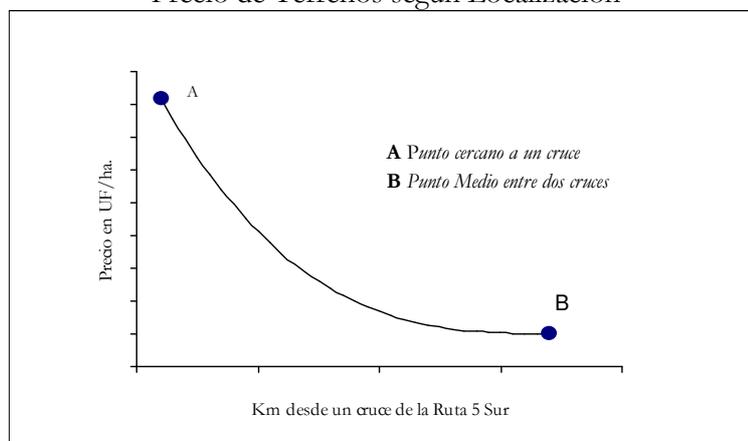
La estimación de la variación de los precios de terrenos, se basó en un catastro realizado telefónicamente, con consultas a corredores de propiedades y propietarios de terrenos aledaños y alejados de las rutas concesionadas. De este modo se obtuvo un listado de más de 60 propiedades⁹⁰. El catastro se realizó desde la Región Metropolitana hasta Puerto Montt, obviándose los terrenos desde la Región Metropolitana al Norte, principalmente, por la casi nula variación del precio observados en estos sectores y evitando los terrenos que se encuentran en las cercanías de Santiago y otras ciudades, ya que éstos se encuentran influenciados por otros elementos que hacen que su valor aumente a cifras muy superiores al promedio.

Por esta razón y con el fin de evitar ciertas distorsiones en los precios de los terrenos debido a la influencia de un cruce o acceso a la vía de la Ruta, lugar donde se adquiere el mayor valor de un terreno cercano a la vía, sólo se consideraron aquellos terrenos que se encuentran no muy cercanos a los grandes centros urbanos y alejados de los cruces existentes o que existirán a causa de las rutas concesionadas. Esto debido a que los terrenos aledaños a estos cruces adquieren valores puntuales muy elevados, que obviamente distorsionaría el resultado calculado (Ver Figura 5.1.)

⁹⁰ Principalmente se privilegiaron aquellos terrenos con usos similares y que no contaran con obras construidas, para no distorsionar el valor de los terrenos con elementos que serían poco comparables.

Figura 5.1

 Precio de Terrenos según Localización



Con el catastro telefónico y aplicando la siguiente fórmula se obtiene el valor de la externalidad de mayor valor de terrenos debido a su cercanía a la carretera.

$$\text{Valor Externalidad}_i = (P^{\text{Cercano}}_i - P^{\text{Lejano}}_i) \times 2 \times \text{Long}_i \times \text{Dist}_i$$

Donde:

$\text{Valor Externalidad}_i$ = Ganancia de la externalidad por concepto de cercanía a los caminos en la región i , $i=1, \dots, 13$.

P^{Cercano}_i = Precio promedio de los terrenos ubicados en la cercanía del camino en la región i (US\$/km²).

P^{Lejano}_i = Precio promedio de los terrenos ubicados lejos de los caminos en la región i (US\$/km²).

Long_i = Longitud de los caminos nacionales en la región i . (kilómetros)

Dist_i = Distancia a partir de la cual se considera que un terreno se encuentra lejos del camino en la región i .

El Cuadro 5.29 muestra la variación promedio del precio de los terrenos debida a su distancia desde la carretera. Ahí se aprecia que en promedio el diferencial de precios es de \$ 15 millones por hectárea.

Cuadro 5.29
Variación del Precio Promedio de Terrenos Aledaños y No a la Ruta 5.
(\$/hectárea)

Región	En Ruta 5	Lejos Ruta 5	Diferencia
RM	39.750.000	24.166.666	15.583.333
VI	25.000.000	6.619.697	18.380.302
VII	21.315.333	4.064.900	17.250.433
VIII	13.394.695	2.184.000	11.210.695
IX	26.529.412	3.680.074	22.849.337
X	6.814.601	2.499.000	4.315.601
Promedio	22.134.006	7.202.389	14.931.617

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, utilizando una distancia de influencia de 300 metros se obtiene que el mayor valor de terrenos por concepto de cercanía a la carretera asciende a *US\$ 1.391 millones* (Cuadro 5.30). Este monto se puede asignar proporcionalmente a las vías concesionadas y no concesionadas en base a la relación de kilómetros de ambos tipo de vía en la zona seleccionada para la estimación. Aplicando esta metodología se tiene que *US\$ 895 millones* corresponden a mayor valor de terrenos aledaños a tramos concesionados de la ruta 5 sur y *US\$ 496 millones* corresponden a mayor valor de terrenos aledaños a tramos no concesionados de la ruta 5 sur.

Cuadro 5.30
Mayor Valor de Terrenos por Cercanía a Carreteras

Región	\$	US\$
RM	52.173.000.000	84.559.157
6	116.887.694.129	189.445.209
7	197.514.010.053	320.119.951
8	158.805.619.200	257.383.500
9	287.216.171.118	465.504.329
10	45.359.460.000	73.516.143
TOTAL	857.955.954.500	1.390.528.289

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, *el valor económico de las obras viales que corresponde a la suma del valor marginal más las externalidades asciende a US\$ 6.399 millones* (Ver Cuadro 5.31).

Cuadro 5.31
Valor Económico de Caminos Pavimentados

Item	Millones de US\$
Valor marginal	4.997
Beneficio por Reducción de Accidentes	94
Beneficio por Mayor Valor de Terrenos	1.391
Total	6.482

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Resumen Valoración Obras Viales

La valoración de las obras viales consideró las rutas pavimentadas interurbanas (concesionadas y no concesionadas), las rutas no pavimentadas (tierra y ripio), los puentes y los túneles. Para todos ellos se estimó el valor de reposición, mientras que el valor marginal y el valor económico se estimó solo para los caminos pavimentados. En el caso particular, del valor económico se estimaron los beneficios asociados a menor cantidad de accidentes en rutas concesionadas y los beneficios asociados al mayor valor de los terrenos aledaños a la ruta. Estos dos beneficios más el valor marginal de estas obras entrega como resultado el valor económico de las mismas. El Cuadro 5.32 muestra un resumen de las estimaciones, ahí se aprecia que el valor de reposición de las obras viales es de US\$ 13.270 millones mientras que el valor marginal de las rutas pavimentadas asciende a US\$ 4.997 millones. El valor económico de las vías pavimentadas es de US\$ 6.399 millones que se dividen en US\$ 2.411,7 para las vías pavimentadas concesionadas y US\$ 3.987,6 para las vías pavimentadas no concesionadas. Finalmente, se observa que la relación entre valor económico y el valor de reposición es 1,32 veces en el caso de las rutas pavimentadas concesionadas mientras que en el caso de las rutas pavimentadas no concesionadas dicha relación es solo de 0,90. En el caso de la relación precio-valor, valor marginal dividido por valor económico, las obras pavimentadas no concesionadas muestran un coeficiente de 0,88 que es mayor que el coeficiente asociado a las obras pavimentadas concesionadas, 0,62.

Cuadro 5.32
Resumen de Valoración de Obras Viales

	Valor de Reposición	Valor Marginal	Valor Económico				Ratios	
	MMUS\$ a	MMUS\$ b	Valor Intramarginal MMUS\$ c	Externalidad MMUS\$ e	Valor Marginal MMUS\$ f	Total MMUS\$ f=c+d+e	Ratio 1 f/a	Ratio 2 b/f
Obras Viales	13.495	4.997	n.e	1.402	4.997	6.399	0,99	0,78
Caminos Concesionados	1.829	1.505	n.e	1.802	1.505	2.412	1,32	0,62
Caminos Pav. No Concesionados	4.632	3.492	n.e	496	3.492	3.988	0,86	0,88
Caminos Interurbanos No Pavimentados	5.800	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e		
Túneles	356	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e		
Puentes	878	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e		

Fuente: Elaboración propia.

6. Valoración Obras Aeroportuarias.

6.1 Valor de Reposición Obras Aeroportuarias

El valor de reposición, al igual que en los casos anteriores, se estimará como el monto de las inversiones que se requerirían para reemplazar la infraestructura actual dada la tecnología vigente. O sea cuál sería el *monto de las inversiones que se deberían realizar para contar con una oferta aeroportuaria similar a la actual*. Es decir, debe estimarse cuáles serían los requerimientos de inversión en infraestructura vertical (terminales de carga y pasajeros) e infraestructura horizontal (pistas, plataformas y calles de rodaje) que son coherentes con el movimiento actual de pasajeros y carga.

Adicionalmente, se debe señalar que existen tres categorías de aeropuertos – e.g., internacional, nacional y regional -, diferenciándose éstos por sus requerimientos de infraestructura, lo cual, en términos prácticos, implica que el costo de construcción de éstos aeropuertos difiere entre estas categorías aún incluso para aeropuertos de dimensiones similares. En consecuencia, para estimar el valor de reposición de los aeropuertos se empleará la categorización anterior – internacional, nacional y regional -.

Teniendo como referencia el marco antes descrito, es necesario indicar que seis aeropuertos fueron construidos recientemente – a partir de 1996 -, motivo por el cual es válido emplear como proxy de su *valor de reposición los montos de inversión realizados en estos aeropuertos nuevos*. No obstante, en el caso de los aeropuertos viejos – construidos antes de 1996 -, dados los cambios tecnológicos ocurridos en los últimos años, su valor de reposición difícilmente puede ser asociado a la inversión realizada en el pasado. Por tal motivo, se propone la siguiente metodología de estimación:

1. Para los aeropuertos “nuevos” - entre los cuales se encuentran aeropuertos internacionales, nacionales y regionales -, en base a sus planes de inversión reportados al momento de asignar las concesiones, se estimarán los siguientes coeficientes:



- i) Inversión Promedio en Terminal de Pasajeros por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Internacional.
- ii) Inversión Promedio en Terminal de Pasajeros por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Nacional.
- iii) Inversión Promedio en Terminal de Pasajeros por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Regional.
- iv) Inversión Promedio en Terminal de Carga por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Internacional.
- v) Inversión Promedio en Terminal de Carga por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Nacional.
- vi) Inversión Promedio en Pistas por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Internacional.
- vii) Inversión Promedio en Pistas por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Nacional.
- viii) Inversión Promedio en Pistas por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Regional.
- ix) Inversión Promedio en Plataforma por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Internacional.
- x) Inversión Promedio en Plataforma por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Nacional.
- xi) Inversión Promedio en Plataforma por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Regional.
- xii) Inversión Promedio en Calles de Rodaje por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Internacional.
- xiii) Inversión Promedio en Calles de Rodaje por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Nacional.
- xiv) Inversión Promedio en Calles de Rodaje por Superficie Construida en Aeropuertos de Categoría Regional.

2. Posteriormente, para cada uno de los aeropuertos “viejos” obtener las superficies construidas en los diferentes activos que componen la infraestructura aeroportuaria – pistas, terminales, etc. -.
3. Finalmente, mediante la simple multiplicación de los coeficientes promedio de inversión por tipo de infraestructura por la respectiva superficie construida, se obtiene la estimación del valor de reposición de la infraestructura de los aeropuertos viejos.

En el Cuadro 6 se presenta de modo resumido los parámetros y resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología descrita.

Cuadro 6.1.
Valor de Reposición de Aeropuertos

Tipo de Aeropuerto	Valor de Reposición		
<i>Aeropuerto Nuevo</i> <u>Infraestructura Vertical</u> Terminal Pasajeros Terminal Carga <u>Infraestructura Horizontal</u> Pistas Calles de Rodaje Plataforma	Inversión Realizada en Terminal de Pasajeros Inversión Realizada en Terminal de Carga Inversión Realizada en Pistas Inversión Realizada en Calles de Rodaje Inversión Realizada en Plataforma		
Aeropuertos Viejos	(a) Coeficiente de Inversión	(b) Variable Escala	(a)*(b) Valor de Reposición
<i>Categoría x – intern., nac. y reg.--</i> <u>Infraestructura Vertical</u> Terminal Pasajeros Terminal Carga <u>Infraestructura Horizontal</u> Pistas Calles de Rodaje Plataforma	Inv. Prom. Term. Pas./Sup. Red Secundaria Inv. Prom. Term. Carga/Sup. Red Secundaria Inv. Prom. Pistas/Sup. Red Secundaria Inv. Prom. Calles Rodaje/Sup. Red Secundaria Inv. Prom. Plataforma/Sup. Red Secundaria	Sup. Construida Sup. Construida Sup. Construida Sup. Construida Sup. Construida	

Adicionalmente, se incluirá la estimación del valor de reposición de los aeródromos. Para tales efectos se empleará el estudio realizado por CADE IDEPE, el cual contiene un catastro relativamente actualizado de la superficie construida en pequeños aeródromos, a partir de la cual se estimará el valor de reposición en función del costo unitario de las inversiones de pistas realizadas en el último tiempo.

6.1.1 Determinación de Coeficientes de Inversión.

El costo de reposición se calculará de la siguiente forma: en una primera etapa se estimarán los coeficientes de inversión promedio para la infraestructura vertical como horizontal. En el caso de las categorías internacional y nacional, estos coeficientes tendrán como base los presupuestos de inversión de los aeropuertos concesionados, mientras que en el caso de la categoría regional se utilizará la información de obras ejecutadas por la administración de la Dirección de Aeropuertos.

i. Coeficiente de Inversión en Terminal de Pasajeros por Superficie Construida.

Se utiliza el CISC en reemplazo del coeficiente de inversión por pasajeros anuales transportados (según primer informe de valoración) ya que, para obtener los coeficientes de inversión en función del tráfico de pasajeros es posible estimar solo para aquellos terminales de pasajeros concesionados que tienen una categoría internacional y nacional, no resultando aplicable dicho coeficiente a los terminales de categoría regional y local. Esto porque no se tiene un parámetro de comparación para estimar qué porcentaje de dicho coeficiente se puede aplicar a un terminal de categoría más baja y porque, aun se estimara, no se dispone de estadísticas de tráfico de pasajeros para la gran mayoría de los aeropuertos de estas categorías.

Entonces, para estandarizar el calculo del valor de reposición se considera el coeficiente de inversión en función de la superficie construida, por tanto este coeficiente se extrapola para los aeropuertos que poseen la misma categoría, los coeficientes de inversión para cada aeropuerto concesionado se puede apreciar en el Cuadro 6.2.

Cuadro 6.2.
Coeficientes de Inversión en Terminales de Pasajeros Concesionados

Item	Diego Aracena	Cerro Moreno	El Loa	La Florida	A. M. B.	Carriel Sur	El Tepual	Carlos Ibañez
Monto de Inversión (U.F.)	113.833	225.485	100.809	91.859	3.588.853	693.305	92.164	278.700
Superficie Construida (m2)	5.000	7.500	2.100	3.150	57.000	8.190	3.600	5.900
UF/m2	23	30	48	29	63	85	26	47
Capacidad (Pax/año)	1.200.000	1.080.000	480.000	382.000	9.000.000	1.000.000	610.000	700.000
UF/ Pax	0,095	0,209	0,210	0,240	0,399	0,693	0,151	0,398
Pax-Año/m2	240	144	229	121	158	122	169	119

Fuente: Presupuestos de Inversión, Oferta Técnica que se adjudicó la Concesión.

Bases de Licitación de cada Concesión

Análisis de Demanda

Para los aeropuertos de categoría regional y local se considera un coeficiente de inversión en relación a estudios de mejoramiento de aeródromos de tal categoría⁹¹⁹².

Luego se estima el coeficiente de inversión promedio según categoría de aeropuerto por superficie construida, ver Cuadro 6.3.

Cuadro 6.3.
Coeficientes de Inversión Terminal de Pasajeros

Categoría AP/AD	Term. Pax UF/m ²
Internacional	45,547 ⁹³
Nacional	38,583 ⁴⁰
Regional-Local	25,145 ⁹⁴

Fuente: (1) y (2).

Ver notas al Pie

ii. Coeficiente de Inversión por Superficie Construida en Terminal de Carga.

El coeficiente de inversión por superficie construida reemplaza al C.I. por toneladas de carga movilizada. Esto se debe principalmente a que de los actuales terminales de

⁹¹ Estudio Prefactibilidad Técnico Económica de Proyecto de Mejoramiento Integral del aeródromo Vallenar de Vallenar, III Región, 1999, Ferrer y Asociados Ingenieros Consultores .

⁹² Prefactibilidad Técnico Económica de construcción del Nuevo Aeropuerto Capital Regional de Atacama, 1999, Ferrer y Asociados Ingenieros Consultores.

⁹³ Cifra obtenida del análisis del presupuesto de inversión de la oferta que se adjudicó la concesión.

pasajeros de la red troncal y secundaria, tanto concesionados y no concesionados, solamente cinco de ellos cuenta con un terminal de carga, ver Cuadro 6.4, lo cual no implica que en los demás aeropuertos no se movilice carga.

Cuadro 6.4
Aeropuertos con Terminal de Carga

Aeropuerto	Ciudad	Superficie (m ²)	Monto de Inversión (UF)	Valor Unitario (UF/m ²)
Diego Aracena	Iquique	990	3.795,6	3,85
Arturo Merino Benitez	Santiago	1150	135.016	117,4
Carriel Sur	Concepción	200		
El Tepual	Puerto Montt	195		
Carlos Ibañez del Campo	Punta Arenas		624	

Fuente: Presupuestos de Inversión en Oferta Técnica Concesionada.

Conviene mencionar que solamente en el aeropuerto Arturo Merino Benitez se construyó un edificio nuevo para este fin, con una inversión de US\$ 3.044 m². En cambio, los demás terminales de carga de dichos aeropuertos son el resultado de la remodelación del antiguo edificio terminal de pasajeros.

Dado que se dispone, de las cifras de inversión, no se justifica estimar un coeficiente de inversión.

iii. Coeficiente de Inversión en Pavimentos.

Para determinar el coeficiente de inversión de las áreas de movimientos de los aeropuertos tales como, pistas, plataformas y calles de rodajes (incluyendo los desahogos), estos se han agrupado en un sólo coeficiente, tanto para los distintos aeropuertos como para dichas áreas, ya que las características de la estructura de los pavimentos son independientes en cada aeropuerto y a la vez son independientes dentro de cada una a lo largo de extensión. Se puede apreciar que al hablar de la estructura de un área de movimiento, los pavimentos varían sus espesores en las distintas capas que la conforman, como son la sub base, base y carpeta de pavimento, dicha información no se dispone de manera exacta y actualizada a la fecha de

⁹⁴ Cifra obtenida de Estudio Prefactibilidad Técnico – Económica Proyecto de mejoramiento integral del

realización del presente informe, existiendo datos del año 1985 y 1992 en el Informe Esquemático de Aeropuertos⁹⁵ datos que a la fecha han variado por diferentes obras de mejoramiento y conservación ejecutadas. Por tanto, se ha adoptado definir un estándar promedio de construcción para la obtención de precios unitarios y la consecuente obtención de un coeficiente de reposición de pavimentos.

En los Cuadro 6.5 y 6.6, se presenta el valor por m² en función del tipo de carpeta, asfalto y hormigón, el cual será utilizado al estimar el costo de reposición para pistas, plataformas de estacionamiento y calles de rodajes, en cambio la estructura de las bermas tanto para pistas como calles de rodaje y plataformas se consideran un valor de US\$/m² 11, ver Cuadro 6.7.

Cuadro 6.5
Estimación Coeficiente de Inversión en Carpeta de Asfalto

Item	Unidad	Costo (\$) ⁱ	Cantidad ⁱⁱ	Costos
Carpeta	m3	70.000	0,1	7.000
Base	m3	10.000	0,35	3.500
Sub Base	m3	7.000	0,7	4.900
\$/m ²				15.400
US\$/m ²				25

Fuente: Valores Referenciales obtenidos en la DAP.

⁽ⁱ⁾: Valor referencial, se considera un costos promedio de los materiales a utilizar en base a propuestas de obras ejecutadas y estudios de mejoramiento.

⁽ⁱⁱ⁾: Cantidad de Material promedio que se utiliza al diseñar una pista de asfalto

Cuadro 6.6
Estimación Coeficiente de Inversión en Carpeta de Hormigón

Item	Unidad	Costo (\$) ⁱ	Cantidad ⁱⁱ	Costos
Carpeta	m3	80.000	0,4	32.000
Base	m3	10.000	0,27	2.700
Sub Base	m3	7.000	0	0
\$/m ²				34.700
US\$/m ²				56

Fuente: Valores Referenciales obtenidos en la DAP.

Aeródromo Vallenar de Vallenar, III Región, Ferrer y Asociados, 1999.

⁹⁵ Informe Esquemático de Aeropuertos, Dirección de Aeropuertos, 1992.

Cuadro 6.7
Estimación Coeficiente de Inversión en Bermas de Asfalto

Item	Unidad	Costo (\$) ⁱ	Cantidad ⁱⁱ	Costos
Carpeta	m ³	70.000	0,07	4.900
Base	m ³	10.000	0,2	2.000
Sub Base	m ³	7.000	0	0
\$ / m ²				6.900
US\$ / m ²				11

Fuente: Valores Referenciales obtenidos en la DAP.

Conviene mencionar que la mayoría de los aeropuertos se construyen en terrenos naturales planos, la presente estimación del coeficiente de inversión no considera los costos involucrados en los movimiento de tierras asociados al terraplén, construcción del sistema de drenaje, sistema de iluminación e instrumentación de aproximación, franja de seguridad y construcción de la zona libre de obstáculos.

La estimación de los coeficientes de inversión en pavimentos de la red de pequeños aeródromos, se ha basado en la estructura de pavimentos propuesto por Cade Idepe en el Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento de la Red de Pequeños Aeródromos, al cual sólo se le han cambiado los valores de la carpeta de rodado en sus diferentes tipos, ver Cuadro 6.8.

Cuadro 6.8.
Coeficientes de Reposición Pistas de Pequeños Aeródromos

Tipo de Carpeta	US\$ / m ²
Asfalto	14
Hormigón	31
Tierra	6

Fuente: Elaboración Propia a partir de Estudio Cade Idepe.

6.1.2 Estimación del Valor de Reposición.

6.1.2.1 Valor de Reposición de Terminales de Pasajeros.

En función de los coeficientes de inversión el valor de reposición de los terminales de pasajeros existentes y para los cuales se dispone de información de su superficie construida asciende a los MUS\$ 146.700, ver Cuadro 6.9. Para los terminales de pasajeros que han sido concesionados se ha considerado el valor del presupuesto de

inversión en aquellos terminales a la fecha han sido concesionados y referencias de estudio de mejoramientos para los de categoría regional y local.

Conviene aclarar que la estimación de los coeficiente en cada categoría asume la diferencia en los costos de las diversas tecnologías en construcción para estas, así para la red troncal el monto de reposición asciende a los MMUS\$ 136 en cambio para la red secundaria se estima en MMUS\$ 10,6 reponer la actual infraestructura.

Cuadro 6.9.
Estimación Valor Reposición Terminales de Pasajeros Red Troncal y Red Secundaria.

Aeropuerto	Terminal de Pasajeros			Valor Reposición
	Categoría Actual	Superficie (m ²)	Valor (UF)	MMUS\$
Red Troncal				
Chacalluta	Nacional	3.000	115.749	3,001
Diego Aracena	Internacional	5.000	113.833	2,951
Cerro Moreno	Internacional	7.500	225.485	5,846
Mataveri	Regional	1.677	42.168	1,093
Arturo Merino Benítez	Internacional	90.000	3.588.853	93,037
Carriel Sur	Internacional	11.420	693.305	17,973
El Tepual	Internacional	3.000	92.164	2,389
Balmaceda	Nacional	2.570	99.158	2,571
Pdte. Carlos Ibáñez del Campo	Internacional	5.900	278.700	7,225
Sub Total		130.067		136,086
Red Secundaria				
El Loa	Nacional	2.200	100.809	2,613
Chamonate	Local	616	15.489	0,402
La Florida	Nacional	3.150	91.859	2,382
Gral. B. O'higgins	Local	1.200	30.174	0,782
Maria Dolores	Regional	350	8.801	0,228
Maquehue	Regional	1.100	27.659	717,033
Neculman	Local			
Pichoy	Regional	715	17.978	0,466
Cañal Bajo	Regional	1.006	25.296	0,656
Chaitén	Local	100	2.514	0,065
Teniente Vidal	Regional	540	13.578	0,352
Chile Chico	Local			
Cochrane	Local			
Teniente Gallardo	Local	585	14.710	0,381
Capitán Fuente M.	Regional	2.294	57.682	1,495
Guardiamarina Zañartu	Local	125	3.143	0,082
Teniente Marsh	Local			
Sub Total		409.691		10,621
		144.048		146,706

6.1.2.2 Valor de Reposición de los Terminal de Carga.

Como se mencionó en la estimación del coeficiente de inversión para terminales de carga por superficie construida, el valor de reposición se estima como el monto de inversión que se requirió para construirlo. En base a lo anterior, solo se dispone para tres de los cinco terminales dicho monto de inversión, por lo tanto el costo de reposición se estima en MMUS\$3.6, ver Cuadro 6.10

Cuadro 6.10
Estimación del Valor de Reposición de Terminales de Carga.

Aeropuerto	Ciudad	Superficie (m ²)	Valor Reposición (US\$)
Diego Aracena	Iquique	990	98.397
Arturo Merino Benitez	Santiago	1150	3.500.146
Carriel Sur	Concepción	200	*
El Tepual	Puerto Montt	195	*
Carlos Ibañez del Campo	Punta Arenas		16.177
Total			3.614.720

Fuente: Presupuestos de Inversión, oferta técnica que se adjudicó la concesión del terminal.

*: No se dispone del monto de la inversión realizada

6.1.2.3 Valor de Reposición de Pistas.

6.1.2.3.1 Reposición de Pistas de la Red Troncal y Red Secundaria.

Tanto la red troncal como la red secundaria cuenta con un total de aproximado de 2,2 millones de m² de superficie de pistas, correspondiendo el 61% del total a superficies de asfalto y el resto a superficies de hormigón (no siendo el caso del Aeropuerto Teniente Marsh, Antártica, Tipo de carpeta es de Estabiliado/Gravilla), por lo que el monto de inversión total para la reposición se estima en MMUS\$ 99,6 considerando la reposición de pistas y bermas, ver Cuadro 6.11.

Cuadro 6.11
Estimación Valor de Reposición Pistas

Aeropuerto	Categoría Actual	Pista			Bermas		
		Tipo de Carpeta	m2	Valor MMUS\$	Longitud	m2*	Valor MMUS\$
Red Troncal							
Chacalluta	Nacional	Asfalto	98.505	2,463	2170	32.550	0,358
Diego Aracena	Internacional	Asfalto	150.750	3,769	3350	50.250	0,553
Cerro Moreno	Internacional	Hormigón	129.500	7,252	2590	38.850	0,428
Mataverí	Internacional	Hormigón	148.500	8,316	3300	49.500	0,545
Arturo Merino Benítez	Internacional	Hormigón	206.250	11,550	3750	56.250	0,619
Carriel Sur	Internacional	Hormigón	103.500	5,796	2300	34.500	0,380
El Tepual	Internacional	Hormigón	119.250	6,678	2650	39.750	0,437
Balmaceda	Nacional	Asfalto	112.545	2,814	2501	37.515	0,413
Pdte. Carlos Ibáñez del Campo	Internacional	Hormigón	309.015	17,305	6.867	103.005	1,133
Sub Total							
Red Secundaria							
El Loa	Regional	Asfalto	86.670	2,167	2889	43.335	0,477
Chamonate	Regional	Asfalto	46.480	1,162	1660	24.900	0,274
La Florida	Nacional	Asfalto	87.210	2,180	1938	29.070	0,320
Gral. B. O'higgins	Regional	Asfalto	41.850	1,046	1674	25.110	0,276
Maria Dolores	Regional	Asfalto	51.000	1,275	1700	25.500	0,281
Maquehue	Regional	Asfalto	76.500	1,913	1700	25.500	0,281
Neculman	Regional	Asfalto	51.000	1,275	1700	25.500	0,281
Pichoy	Regional	Concreto	73.500	4,116	2100	31.500	0,347
Cañal Bajo	Regional	Asfalto	61.200	1,530	1700	25.500	0,281
Chaitén	Regional	Asfalto	28.000	0,700	1400	21.000	0,231
Teniente Vidal	Regional	Hormigón	46.380	2,597	1546	23.190	0,255
Chile Chico	Regional	Asfalto	16.000	0,400	800	12.000	0,132
Cochrane	Regional	Asfalto	22.310	0,558	970	14.550	0,160
Teniente Gallardo	Regional	Asfalto	52.800	1,320	1760	26.400	0,290
Capitán Fuente M.	Regional	Asfalto	75.000	1,875	2500	37.500	0,413
Guardiamarina Zañartu	Regional	Asfalto	41.760	1,044	1440	21.600	0,238
Teniente Marsh	Regional	Estabilizado/Gravilla	36.176	0			
Sub Total							
Total			2.271.651	91,100		848.883	9,398

Fuente: Elaboración Propia

(*)Se considera un ancho de berma de 7,5 mts

6.1.2.3.2 Pistas Red de pequeños Aeródromos.

En función del catastro realizado a los pequeños aeródromos se cuenta con 123 aeródromos con un total de 2,7 millones de m² de superficie, como se puede apreciar en el Cuadro 6.11, correspondiendo el 47% a superficies de tierra, seguido por un 28% de carpetas del tipo asfalto hormigón. El valor de reposición, ver Cuadro 6.12, se estima en MMUS\$38,6, equivalentes en moneda nacional a MM\$ 23.795 para los diferentes tipos de pavimentos.

Cuadro 6.11
Tipos de Superficie en la Red Pequeños Aeródromos

Tipo	m2
Tierra	1.246.500
Pasto	299.970
Adocretos	288.00
Tierra/Hormigón	504.00
Asfalto/Hormigón	742.805
Asfalto	310.856
Total	2.679.331

Fuente: Memoria Anual DAP, 1999.

Cuadro 6.12
Valor Estimado de Reposición de Pistas en Pequeños Aeródromos

Tipo de Pavimento	m2	US\$/m2	US\$
Tierra*	1.546.470	6	9.278.820
Asfalto**	339.656	14	4.755.184
Hormigón***	793.205	31	24.589.355
Total			38.623.359

Fuente: Elaboración Propia.

* Considera reponer todas las pistas con superficies actuales de ripio, tierra y pasto con superficies de tierra.

** Considera la reposición de todas las pistas con carpeta de asfalto, adocretos y mezcla de asfalto con hormigón en asfalto.

*** Considera la reposición de las pistas con carpeta actual de tierra/hormigón y asfalto/hormigón por una carpeta de hormigón

6.1.2.4 Valor de Reposición de Plataformas de Estacionamientos.

Al igual que en el caso de las pistas, tanto para la red troncal como la secundaria se cuenta con un total de aproximado de 849.000 m² de superficie de plataformas, valor estimado en función de las cifras que se disponen del catastro presentado en el primer volumen, de los cuales el 52% del total corresponde a superficies de hormigón y el resto a superficies de asfalto, por lo que el monto de inversión total para su reposición se estima en MMUS\$ 41,7. Ver Cuadro 6.14.

Cuadro 6.14
Estimación de Valor de Reposición Plataformas

Aeropuerto	Categoría Actual	Tipo	m ²	Valor Reposición MMUS\$
Red Troncal				
Chacalluta	Nacional	Hormigón	20.000	1,120
Diego Aracena	Internacional	Hormigón	37.000	2,072
Cerro Moreno	Internacional	Hormigón	45.409	2,543
Mataverí	Internacional	Asfalto	22.050	0,553
Arturo Merino Benítez	Internacional	Hormigón	450.000	25,200
Carriel Sur	Internacional	Horm/Asf*	57.450	2,349
El Tepual	Internacional	Hormigón	17.920	1,004
Balmaceda	Nacional	Asfalto	17.596	0,440
Pdte. Carlos Ibáñez del Campo	Internacional	Hormigón	41.082	2,301
Sub Total				
Red Secundaria				
El Loa	Regional	Asfalto	20.000	0,500
Chamonate	Regional		0	0
La Florida	Nacional	Asfalto	17.900	0,448
Gral. B. O'higgins	Regional	Hormigón	3.440	0,193
Maria Dolores	Regional	Asfalto	10.000	0,250
Maquehue	Regional	Asfalto	31.940	0,799
Neculman	Regional	Asfalto	7.266	0,182
Pichoy	Regional	Asfalto	21.900	0,548
Cañal Bajo	Regional	Hormigón	6.800	0,381
Chaitén	Regional	Hormigón	5.580	0,313
Teniente Vidal	Regional	Hormigón	3.450	0,193
Chile Chico	Regional			0
Cochrane	Regional			0
Teniente Gallardo	Regional	Asfalto	4.900	0,123
Capitán Fuente M.	Regional	Hormigón	2.500	0,140
Guardiamarina Zañartu	Regional	Asfalto	4.700	0,118
Teniente Marsh	Regional			0
Sub Total				
Total			848.883	41,764

Fuente: Elaboración Propia

(*) El aeropuerto de Carriel Sur de Concepción cuenta con 28.000 m² de plataforma de asfalto y el restante es pavimento de hormigón

6.1.2.5 Valor de Reposición de Calles de Rodaje y Desahogos.

La superficie total –red troncal y red secundaria – de calles de rodajes y desahogos es de aproximadamente 600.000 m² de superficie, valor estimado en función de las cifras que se disponen del catastro presentado en el primer volumen, de los cuales el 88% del total corresponde a superficies de asfalto y el resto a superficies de hormigón, por lo que el monto de inversión total para su reposición se estima en MMUS\$ 17,3, ver Cuadro 6.15.

Conviene mencionar que dicha estimación no considera las bermas que disponen algunas calles de rodaje y desahogos debido a que no ha sido posible catastrar sus dimensiones.

Cuadro 6.15
Estimación de Valor de Reposición Calles de Rodaje y Desahogos

Aeropuerto	Categoría Actual	Tipo de Pavimento	m ²	Valor Reposición MMUS\$
Red Troncal				
Chacalluta	Nacional	Asfalto	103.342	2,584
Diego Aracena	Internacional	Asfalto	75.980	1,900
Cerro Moreno	Internacional	Asfalto	56.964	1,424
Mataveri	Internacional	Asfalto	9.973	0,249
Arturo Merino Benítez	Internacional	Asfalto	137.119	3,428
Carriel Sur	Internacional	Asfalto	66.401	1,660
El Tepual	Internacional	Hormigón	73.013	4,089
Balmaceda	Nacional	Asfalto	15.098	0,378
Pdte. Carlos Ibáñez del Campo	Internacional	Asfalto	46.805	1,170
Sub Total				
Red Secundaria				
El Loa	Regional			
Chamonate	Regional			
La Florida	Nacional			
Gral. B. O'higgins	Regional	Asfalto	2.160	0,054
María Dolores	Regional	Asfalto	7.200	0,180
Maquehue	Regional	Asfalto	4.302	0,108
Neculman	Regional	Asfalto	1.692	0,042
Pichoy	Regional			
Cañal Bajo	Regional			
Chaitén	Regional			
Teniente Vidal	Regional			
Chile Chico	Regional			
Cochrane	Regional			
Teniente Gallardo	Regional			
Capitán Fuente M.	Regional			
Guardiamarina Zañartu	Regional			
Teniente Marsh	Regional			
Sub Total				
Total			600.049	17,265

Fuente: Elaboración Propia.

En resumen, al considerar las diversas infraestructuras de la red aeroportuaria nacional, el monto estimado de reposición asciende a los MMUS\$ 348,470 lo que equivale en moneda nacional a 214.681 millones de pesos (*Tipo de cambio 1 US\$ = \$ 616.07, Junio 2001*), ver Cuadro 6.16

Cuadro 6.16
Valor de Reposición Estimado en Obras Aeroportuarias.

Red	Infraestructura (MMUS\$)					
	Horizontal				Vertical	
	Pistas	Bermas	Plataformas	Calles de Rodaje	Terminal Pasajeros	Terminal de Carga
Troncal	65,942	4,864	37,580	16,881	136,086	3,615
Secundaria	25,158	4,534	4,185	0,384	10,621	
Pequeños Aeródromos	38,624					
Sub Total	129,723	9,398	41,764	17,265	146,706	3,615
Total	198,149				150,321	

Fuente: Elaboración Propia

6.2 Valor Marginal o Disposición a Pagar

El valor marginal de la infraestructura aeroportuaria, excluyendo los pequeños aeródromos⁹⁶, se mide a través de los ingresos recibidos por el uso de la misma. En este sentido, para el caso de la infraestructura vertical se consideran ingresos por concepto de subconcesiones no aeronáuticas por ejemplo arriendo de counters y oficinas; arriendo de locales comerciales, se incluye también lo que corresponde a tasas de embarque y derechos por transporte de carga. En el caso de la Infraestructura horizontal se consideran los ingresos por concepto de operación de las aeronaves tales como tasas de aterrizajes, estacionamiento e iluminación, entre otros.

- a) Ingresos por Infraestructura Vertical
 - i) Counters y oficinas: los ingresos de los counters y oficinas de las líneas aéreas se cobran sobre una base de mtr₂ empleados.
 - ii) Tasa de Embarque: ésta se cobra sobre una base por pasajero y básicamente varía dependiendo si el vuelo es nacional o internacional.

⁹⁶ Esto, debido a que no se cuenta con suficiente información para realizar este ejercicio para los aeródromos. Conviene señalar que no se obtuvo por parte de la DGAC una desagregación para cada aeródromo ya sea de la red troncal como secundaria y pequeños aeródromos, por lo que en los cálculos



Para vuelos nacionales los derechos de embarque que paga el pasajero por el uso de las instalaciones, servicios y facilidades de los terminales aéreos se subdivide por aeródromos, ya sea de primera, segunda y tercera categoría, según clasificación generada por la Dirección de Aeronáutica Civil. En cambio para los vuelos internacionales, se considera una tasa en función de la distancia del aeropuerto de embarque al destino del pasajero, si el destino es mayor o hasta 500 kilómetros.

- iii) Carga: corresponde a los ingresos generados sobre una base m² utilizados más un componente variable dependiente de las toneladas de carga movilizadas.

b) Ingresos por Infraestructura Horizontal

- i) Tasas por el uso del aeródromo: los cobros de tasas por uso de los aeródromos públicos se subdividen principalmente en tres:
- Tasa por aterrizaje, la cual se clasifica de acuerdo con el tipo de aeródromo y peso de la aeronave, para vuelos nacionales, siendo para los vuelos internacionales la variable peso de la aeronave. Este cobro da derecho a un aterrizaje, un despegue y la permanencia de la aeronave en el aeródromo por un lapso de dos horas.
 - Tasas por Estacionamiento, tienen el mismo proceso de cobro que la tasa de aterrizaje cancelándose en el caso que la aeronave permanezca por un periodo de 4 horas o fracción de permanencia en el aeródromo, después de las dos horas liberadas que da derecho la tasa de aterrizaje.
 - Tasas por Iluminación: las aeronaves que utilicen el sistema de iluminación pagarán una tasa ascendente al 20% de la tasa de aterrizaje que le corresponde.

realizados en la subsección de aeródromos no concesionados se incluyen los ingresos que generan los pequeños aeródromos.



La presente estimación se ha desarrollado en base a la diversidad de servicios que ofrecen tanto los aeropuertos concesionados como no concesionados, para el primer grupo correspondiente a sólo ocho aeropuertos del total de la red nacional, la estimación individual de los ingresos que estos perciben por la explotación y administración del aeropuerto se ha desagregado principalmente en los ingresos que se generan por tarifas por pasajeros embarcados y aquellos ingresos por servicios comerciales aeroportuarios. Para el caso de los aeropuertos y aeródromos administrados por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) se estimaron los ingresos por pasajeros transportados y por subconcesiones, dada la información proporcionada no fue posible individualizarla para cada aeródromo por lo que se presenta en términos agregados, así también se consideran los ingresos que generan los pequeños aeródromos.

A continuación se entrega una descripción general de los servicios entregados en las subconcesiones tanto en aeropuertos concesionados como no concesionados y por los cuales se cobra una tarifa a los usuarios, los que se clasifican principalmente en *Servicios Aeronáuticos* y *Servicios No Aeronáuticos*, en ambos tipos de servicios puede existir en conjunto la modalidad de obligatorio y facultativo, en donde el facultativo es en función de las características particulares de la concesión.

- Servicios Aeronáuticos

Corresponden a todos aquellos que se relacionan con los servicios de apoyo a las aeronaves durante su escala en el aeropuerto y otros servicios en tierra.

Servicios de embarque y desembarque de pasajeros: estos se diferencian tanto para vuelos nacionales como internacionales y se componen de los servicios de puentes de embarque, vehículos terrestres (buses de plataforma) y energía eléctrica.

Servicios de plataformas: corresponden a cobros por uso de superficies, ya sean en terrenos eriazos o construidos, áreas pavimentadas, oficinas y bodegas; también se cancela un derecho mensual por uso de plataformas.

- Servicios No Aeronáuticos Comerciales Obligatorios

Área para Servicios de Alimentación y Bebidas: corresponde a un porcentaje de las ventas realizadas por el explotador más el valor de arriendo por m² del área.

Área para Servicios de Comunicaciones: arriendo por la superficie para la instalación de teléfonos públicos y publicidad.

Área Estacionamientos Públicos para Vehículos en General: el concesionario recibirá un porcentaje de la facturación del administrador del estacionamiento.

Servicio de Transporte de Equipaje dentro del Terminal: pago por arriendo de carros porta equipaje.

Counters para Compañías Aéreas: el concesionario por este servicio recibirá un arriendo mensual por m² de counters.

Oficina de Apoyo a Counters para Compañías Aéreas: arriendo mensual por m² de oficina.

Servicio de Transporte Público y sus Áreas de Estacionamiento: el concesionario percibirá ingresos mensuales por los derechos de utilización de estacionamientos por parte de taxistas y transfers.

- Servicios No Aeronáuticos Comerciales Facultativos

Área para Locales Comerciales: al igual que el servicio de alimentación y bebidas, el concesionario percibirá por este servicio un porcentaje de las ventas realizadas por los explotadores de los locales comerciales y el valor de arriendo por m² de las áreas.

Área para Servicios Comerciales de Ambito Financiero: se entiende por el arriendo de áreas para la instalación de cajeros automáticos.



Area para Publicidad y Propaganda: corresponde al arriendo de áreas para publicidad, tanto al interior del terminal de pasajeros como al exterior de éste.

Servicio de Custodia, Sellado y Embalaje de Equipaje: concesionario recibirá un arriendo mensual por m² de superficie.

Servicios a Pasajeros 1^{era} Clase y Ejecutivos (Salones VIP) : ingresos por el número de veces que sean ocupados los salones.

Estacionamientos para Vehículos en Arriendo (Rent a Car) : dependiendo del esquema del negocio puede existir un cobro por m² o un cobro mensual por un paquete que incluye counter, espacio de estacionamiento y espacio para publicidad en el counter.

- Ingresos por Pasajeros Embarcados.

Los ingresos por pasajeros embarcados en los aeropuertos nacionales dependen de dos variables, la primera corresponde a la clasificación del aeropuerto la cual se otorga en función del equipamiento e infraestructura disponible, dicha clasificación es asignada por la DGAC. La segunda variable es la tasa de embarque, que está sujeta a la primera pero varía según el destino del pasajero, ya sea nacional o internacional, dichas tarifas se fijan por la DGAC de acuerdo al Reglamento de Tasas y Derechos Aeronáuticos (DAR-50).

De acuerdo a la Resolución N° 2177 del 13 de Diciembre de 1999 de la DGAC, se establece una clasificación para los aeropuertos y aeródromos públicos para los efectos de las tasas aeronáuticas y derechos de embarques a cancelar por los pasajeros nacionales, como se aprecia en el Cuadro 6.17, se diferencian tres categorías dependiendo principalmente de la capacidad de la infraestructura horizontal y otras facilidades para admitir aeronaves de acuerdo a su peso máximo de despegue, a la vez se considera el mejoramiento en infraestructura, equipamiento, servicios y seguridad ofrecidos a las aeronaves, al aumento del tráfico aéreo y los mayores costos de explotación involucrados.

Cuadro 6.17
Descripción de Categorías de Aeródromos y Tarifas Pasajeros Nacionales

Categoría	Tarifa por Pasajero a Julio 2001	Variable que inciden en la Categorización
Primera	\$ 3.850	Pista con largo y resistencia para recibir aeronaves por sobre 49 Ton de PMD Protección SEI, igual o superior IV Categoría Proporcionar servicio de tránsito aéreo en forma permanente Poseer iluminación de pista y ayudas visuales o electrónicas para la aproximación Poseer instalaciones para pasajeros
Segunda	\$ 2.794	Pista con largo y resistencia para recibir aeronaves cuyo PMD sea superior a 49,0 ton. Proporciona protección SEI o inferior a IV categoría Cuenta con sistema de aproximación visual Posee instalaciones para pasajeros
Tercera	Exento	Cuyo largo y resistencia de pista solo permiten la operación de aeronaves con PMD inferior a 49 ton.
Distancias hasta 270 kms.	\$1.143	No contar con iluminación de pistas ni ayudas visuales o electrónicas para la aproximación No proporciona protección SEI No tiene instalaciones para pasajeros

Fuente: Dirección de Comercialización y Negocios, DGAC. Resolución 02177 de 1999.

PMD. Peso Máximo de Despegue

PM: Peso Máximo

IV Categoría: No fue posible obtener una descripción

El reajuste de la tasa de embarque para pasajeros nacionales se realiza en los meses de 0 de Enero y de Julio de cada año de explotación de la siguiente manera:

$$P_t = P_{t-1} * [1 + IPC_{t-1}]$$

donde,

P_{t-1} : es la tarifa reajustada vigente para el periodo inmediatamente al periodo anterior a t de explotación de la concesión expresada en pesos (\$).

IPC_{t-1} : es la variación en el Índice de Precios al Consumidor, publicado por el INE, del periodo inmediatamente anterior.



En el caso de los pasajeros internacionales la tasa de embarque se fija en función de los kilómetros de distancia del punto de destino, si éste corresponde a más de 500 km., entonces cancela una tarifa correspondiente a US\$ 18. En cambio si el punto de destino se sitúa a menos 500 kms del aeropuerto de embarque pagarán el equivalente al derecho de embarque de primera categoría en vuelos nacionales.

Como antecedentes generales, a Diciembre del 2000 el total de pasajeros nacionales embarcados en los aeropuertos independiente de su categoría alcanzó a los 3,16 millones, generando un total de ingresos por derechos de embarque de alrededor de 11.700 millones de pesos, de los cuales el 93% de los pasajeros se habían sido embarcados en los aeropuertos de primera categoría, correspondiendo éstos al 96% de los ingresos por pasajeros nacionales. Para el caso de los pasajeros internacionales el 100% se embarcó en los aeropuertos de primera categoría, generando un total de 11.200 millones de pesos a Diciembre del año 2000, ver Cuadro 6.18.

Cuadro 6.18
Pasajeros Embarcados y Estimación de Ingresos de Tasas de Embarque
según Categoría de Aeropuertos o Aeródromos

Aeropuertos Primera Categoría		Pasajeros Salidos ⁽¹⁾		Ingresos por Pasajeros \$ Dic. 2000 ⁽²⁾	
Ciudad	Nombre	Nacionales	Internacionales	Nacionales	Internacionales
Arica	Chacalluta	125.488	5.384	455.781.887	19.555.094
Iquique	Diego Aracena	225.795	20.530	820.104.481	74.566.509
Antofagasta	Cerro Moreno	230.749	101	838.097.783	366.840
Calama	El Loa	96.007	10	348.704.670	36.321
La Serena	La Florida	119.910	954	435.522.170	3.465.000
Santiago	Arturo Merino Benitez	1.290.433	1.592.965	4.686.950.047	2.686.965.524
Isla de Pascua	Mataverí	14.833	6.470	53.874.575	23.499.528
Concepción	Carriel Sur	239.575	111	870.154.481	403.160
Temuco	Maquehue	129.858	318	471.654.057	1.155.000
Puerto Montt	El Tepual	240.032	450	871.814.340	1.634.434
Balmaceda	Balmaceda	86.979	0	315.914.292	0
Punta Arenas	Carlos Ibañez del Campo	168.245	787	611.078.538	2.858.443
Subtotal		2.967.904	1.628.080	0.779.651.321	2.814.505.855
Aeródromos de Segunda Categoría					
Copiapó	Chamonte	50.678		133.579.558	
Chillán	B. O'higgins	850		2.240.472	
Los Ángeles	María Dolores	1.476		3.890.513	
Valdivia	Pichoy	27.161		71.592.296	
Osorno	Cañal Bajo	46.275		121.973.915	
Chaitén	Chaitén	4.832		12.736.423	
Coyhaique	Teniente Vidal			0	
Porvenir	Capitán Fuentes Martínez	5.556		14.644.777	
Puerto Williams	Guardiamarina Zañartu	3.348		8.824.823	
Base Antártica	Teniente R. March	27		71.168	
Puerto Natales	Julio Gallardo	442		1.165.045	
Subtotal		140.645		370.718.991	
Aeródromos de Tercera Categoría					
El Salvador		50.678		69.610.536	
Pucón		378		519.215	
Otros		295		405.208	
SubTotal		51.351		70.534.958	
Totales		3.159.900	1.628.080	1.220.905.270	2.814.505.855

Fuente: ⁽¹⁾ Departamento de Estadística, Junta de Aeronáutica Civil
⁽²⁾ Estimación propia en base a Tasas de Embarque a Diciembre del año 2000.

Particularmente el aeródromo Bernardo O' higgins de Chillán, mientras no cuente con un terminal de pasajero no efectuará cobros por derechos de embarque.

Para el caso de las tarifas por pasajeros embarcados que perciben los aeropuertos concesionados conviene mencionar que éstos reciben por parte de la DGAC el pago de la tarifa fijada de acuerdo a la oferta realizada al momento de adjudicación de ésta, la cual en algunos casos puede ser inferior al derecho de embarque que cancela cada pasajero ya sea nacional o internacional. Las encargadas de recaudar dicha tasas son las compañías aéreas, quienes posteriormente los traspasan a la DGAC .

Por lo tanto, para estimar el valor marginal de la infraestructura aeroportuaria los ingresos percibidos por los servicios aeronáuticos se asocian al uso de la infraestructura horizontal y los ingresos percibidos por los servicios no aeronáuticos en conjunto con los ingresos por pasajeros embarcados se asocian al uso de la infraestructura vertical, las que se desarrollan a continuación.

6.2.1 Estimación del Valor Marginal por Infraestructura Vertical.

6.2.1.1 Aeropuertos Concesionados.

Se procedió a revisar cada una de las concesiones tanto en explotación como en fase de construcción, para aquellas concesiones en explotación los datos fueron proporcionados por la División de Explotación de la Coordinación Nacional de Concesiones del MOPTT, para los aeropuertos en construcción se revisaron los estudios de negocios de los anteproyectos referenciales, así entonces, se obtuvieron los diferentes ingresos percibidos a través de los servicios prestados tanto en aquellos servicios aeronáuticos como no aeronáuticos.

En el Cuadro 6.19 se muestra las tarifas con las cuales se adjudicaron la concesión y el valor reajustado a Diciembre del 2000.

Cuadro 6.19
Tarifas por Pasajeros Embarcado

Aeropuerto	Tarifa Base		Tarifa Reajuste Dic. 2000
	Año	Valor	
Diego Aracena	1994	1.324	1.820
Cerro Moreno	1999	2.500	
El Loa	1996	2.650	3.008
La Florida	1996	1.478	1.677
Arturo Merino Benitez	1997	600	427
Carriel Sur	1998	3.500	4.004
El Tepual	1994	2.395	3.293
Carlos Ibáñez del Campo	1999	5.000	

Fuente: Informe Mensual de Explotación, Diciembre 2000. Coordinadora General de Concesiones, División de Explotación.

El Cuadro 6.20 muestra el total de ingresos generados por los concesionarios por concepto de pasajeros embarcados y otros ingresos (los que incluyen los servicios aeronáuticos y no aeronáuticos) desde puesta en servicio provisorio de las obras.

Cuadro 6.20
Ingresos Generados por Concesionario

Aeropuerto	1997		1998		1999		2000		2001	
	Pasajeros	Otros	Pasajeros	Otros	Pasajeros	Otros	Pasajeros	Otros	Pasajeros	Otros
Diego Aracena	27.210		39.602		31.838		29.835	25.882	18.325	9.704
El Loa					5.605	998	19.246	7.085	11.217	4.672
La Florida			681	798	15.435	8.393	14.104	7.362	7.672	4.374
A.M.B.						667.314	72.356	879	57.441	536.376
Carriel Sur							2.217	617	32.712	9.504
El Tepual	17.649		51.908		52.773		53.213	24.005	34.460	

Fuente: División de Explotación, Coordinadora General de Concesiones.

Para la estimación del valor presente de los flujos de explotación de las concesiones se estimó para cada una los flujos esperados para el año 2001 en función de los estados de resultados presentados en la FECU dentro del primer semestre, así se estimaron las variaciones promedios semestrales para las concesiones más antiguas, en cambio para el resto se utilizó los flujos estimados en los anteproyectos referenciales proyectándolos hasta la fecha de extinción de las respectivas concesiones, dicha proyección se realizó según los estudios de demanda de cada Anteproyecto Referencial (el detalle de los cálculos se encuentra en Anexo N°4).

Por lo tanto, según se muestra en el Cuadro 6.21, la estimación del valor presente de los flujos operacionales de los aeropuertos concesionados y por ende la disposición a pagar por estos asciende a MMUS\$ 589.

Cuadro 6.21
Estimación Valor Presente de Aeródromos Concesionados

Concesión	Año Inicio Concesión	Duración Concesión (Años)	Periodo de Evaluación	Periodo de Evaluación (Años)	UF	MMUS\$
Diego Aracena	1997	12	2001-2008	8	109.916	2,66
Cerro Moreno	2000	10	2001-2010	10	303.108	7,83
El Loa	1998	12	2001-2010	10	137.741	3,56
La Florida	1998	10	2001-2008	8	83.552	2,16
Arturo Merino Benitez	1998	15	2001-2013	13	20.298.472	524,41
Carriel Sur	1999	16,7	2001-2015	15	653.484	16,88
El Tepual	1996	12	2001-2007	7	236.751	6,12
Carlos Ibañez del Campo	2000	18	2001-2018	17	991.486	25,61
<i>Total</i>					<i>22.807.510</i>	<i>589,23</i>

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.2 Aeropuertos no Concesionados

Para el caso de los aeropuertos y aeródromos no concesionados como bien se indicó anteriormente existe el mismo tipo de concesiones descritas que para los aeropuertos concesionados, en el Cuadro 6.22, se aprecia el total de ingresos generados por pasajeros embarcados como por subconcesiones. El total de ingresos percibidos por la DGAC en el año 2000 asciende a los MMUS\$ 13,4. Los ingresos por pasajeros embarcados, se han aproximado de acuerdo al Cuadro 6.19 anterior, en función al total de pasajeros salidos de los aeródromos y de acuerdo a la tarifa de embarque según el tipo de aeródromo. Los ingresos por subconcesiones corresponden al detalle entregado por la DGAC, en donde no fue posible detallar los ingresos para cada aeródromo.

Cuadro 6.22
Ingresos por Uso de la Infraestructura Vertical
Aeropuertos No Concesionados

Item	\$
Transporte de Pasajeros	
Derechos Embarque Vuelos Nacionales	1.858.848.241
Derechos de Embarque Vuelos Internacionales	122.609.952
Oficinas para Líneas Aereas	58.371.547
Espacios Counters	34.326.146
Oficinas Comerciales	4.569.764
Locales Comerciales	175.222.367
Espacio para Locales, Counter	98.367.327
Cocina de Vuelo	29.605.940
Servicios de Alimentación al Público	66.787.772
Arriendo Salones V.I.P.	13.262.172
Otras Concesiones No Aeronáuticas	181.757.593
Otras Ventas de Bienes y Servicios	1.643.385.744
Puentes de Embarque	23.847.417
Transporte de Carga	
Construcciones. Hangares, Bodegas	40.064.627
Otras Concesiones Aeronáuticas	68.230.416
Construcciones Bodegas y Mejoras	303.903.130
Derechos Carga Vuelos Internacionales	3.014.243.380
Total	7.737.403.535

Fuente: Subdirección de Finanzas, DGAC

La estimación del valor presente de la operación de los aeropuertos no concesionados se desarrolló de la siguiente manera – en primer lugar se estimaron para el año 2001 los flujos de operación con un incremento del 15% de los ingresos, en relación a la variación promedio entre el año 1991 al 2000 del tráfico de pasajeros nacionales, en segundo lugar se estimaron los Costos de Operación y los Gastos de Administración y Ventas, un 30% y 25% respectivamente de los ingresos totales, proyectándose dichas cifras en un plazo de 15 años con una tasa de descuento del 12%, por lo que el valor presente del uso de la infraestructura vertical del total de los aeropuertos y aeródromos administrados por la DGAC asciende a MMUS\$ 90, ver Cuadro 6.23.

Cuadro 6.23
Estimación Valor Presente de los Flujos
Generados por Uso de la Infraestructura Vertical

Ingresos por Infraestructura Vertical	2001
<i>Ingresos</i>	8.898.014.066
<i>Costos Operación</i>	2.669.404.220
<i>Gastos de Administración y Venta</i>	2.224.503.516
<i>UAI</i>	4.004.106.330
<i>Impuesto</i>	600.615.949
<i>UDI</i>	3.403.490.380
<i>VPN (\$ de Dic 2000)</i>	55.205.832.112
<i>VPN (UF)</i>	3.500.705
<i>VPN (US\$ Jun 2001)</i>	90.440.145

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la disposición a pagar por el uso de la infraestructura vertical aeroportuaria, considerando los aeropuertos concesionados y aquellos administrados por la DGAC se estima en MMUS\$ 679.

6.2.2 Estimación de la Disposición a Pagar por Infraestructura Horizontal.

Los ingresos que se generan por el uso de la infraestructura horizontal corresponden a las tasas que se cobran por la operación de las aeronaves ya sea por el uso de los aeródromos, estos ingresos son enteramente recaudados por la DGAC ya que este organismo apoya las operaciones de vuelo específicamente corresponde a la tasas por aterrizajes, por estacionamiento y por iluminación, las cuales se diferencian según el tipo de vuelo, nacional o internacional. Existe a la vez un cobro por operación ha aquellas aeronaves cuyo peso sea inferior a los 5.700 kgs.

En el caso de las tasas por aterrizaje estas se diferencian para los vuelos nacionales como internacionales siendo la variable peso de la aeronave en los vuelos



internacionales la que determina el cobro, en cambio, para los vuelos nacionales se adiciona una variable a la descrita anteriormente la que corresponde al tipo de aeródromo en la cual realiza el aterrizaje, ver Cuadros 6.24 y 6.25 respectivamente.

Cuadro 6.24
Tasas de Aterrizaje Vuelos Internacionales

Toneladas de peso de la Aeronave	Valor por Tonelada (US\$)
Hasta 49 ton.	2,65
Más de 49 tons. Y hasta 89 tons.	3,96
Más de 89 tons.	4,51
Cargo mínimo	15,11

Fuente: DAR-50, DGAC

Cuadro 6.25
Tasas de Aterrizaje Vuelos Nacionales (\$/ton)

Toneladas de peso de la Aeronave	1ª Categoría.	2ª. Categoría	3ª Categoría
Hasta 49 ton.	323	234	142
Más de 49 tons.	823	595	
Cargo mínimo	1.594	1.594	1.594

Fuente: DAR-50, DGAC. Valores válidos hasta Julio del 2001.

La tasa de aterrizaje da derecho a los servicios básicos, tales como, control de tránsito aéreo para la aproximación, aterrizaje y despegue, con las comunicaciones necesarias, estacionamiento hasta por un periodo de dos horas y servicios de primeros auxilios y contra incendios. La tasa de aterrizaje comprende: un aterrizaje, un despegue y la permanencia en el aeródromo por un lapso de dos horas. Los ingresos generados a Diciembre del 2000 asciende alrededor de los MM\$ 8.300, de los cuales el 70% de estos son generados por los vuelos internacionales.

Por el lado de las tasas por estacionamiento se comportan al igual que las de aterrizaje, diferenciando por vuelo nacional e internacional. La tasa por este concepto se cancelará por cada periodo de 4 horas o fracción de permanencia de la aeronave en el aeródromo, después de las dos horas liberadas a que da derecho la tasa de aterrizaje, ver Cuadros 6.26 y 6.27. En el año 2000 la recaudación por este concepto alcanzó los 565,3 millones de pesos, del cual solo el 20% fueron ingresos generados por vuelos nacionales.

Cuadro 6.26
Tasa por Estacionamiento Vuelos Internacionales

Toneladas de peso de la Aeronave	Valor por Tonelada (US\$)
Hasta 49 ton.	0,265
Más de 49 tons. Y hasta 89 tons.	0,396
Más de 89 tons.	0,451
Cargo mínimo	1,511

Fuente: DAR-50, DGAC

Cuadro 6.27
Tasas por estacionamiento Vuelos Nacionales (\$/ton)

Toneladas de peso de la Aeronave	1ª Categoría.	2ª Categoría	3ª Categoría
Hasta 49 ton.	32,37	23,41	14,15
Más de 49 tons.	83,14	59,52	
Cargo mínimo	159,38	159,38	159,38

Fuente: DAR-50, DGAC. Valores válidos hasta Julio del 2001.

Para el caso de las tasas por utilización del sistema de iluminación de aeródromo pagarán una tasa ascendente al 20% de la tasa de aterrizaje, con un cargo mínimo de US\$ 31,78 para vuelos internacionales, mientras que para los vuelos nacionales corresponderá a \$3.926 para aeronaves sobre 10 tons de PMD y \$1.386 para aeronaves con un PMD inferior. El total recaudado para el año 2000 alcanzó los MM\$ 896, aportando los vuelos internacionales con el 81% del total.

El resto de los ingresos generados por el uso de la infraestructura horizontal a nivel nacional se detallan en el Cuadro 6.28, generándose por uso de esta infraestructura un total de MM\$ 11.888 durante el año 2000.

Cuadro 6.28

Ingresos por Uso de Infraestructura Horizontal (\$ del 2000)

Infraestructura Horizontal	2000
Tasas Aterrizaje Vuelos Nacionales	2.403.248.397
Tasas Aterrizaje Vuelos Internacionales	5.873.522.820
Tasas Operacionales Anuales	118.125.890
Tasas Iluminación Vuelos Nacionales	174.587.335
Tasas Iluminación Vuelos Internacionales	721.766.766
Tasas Estacionamiento Vuelos Nacionales	112.710.348
Tasas Estacionamiento Vuelos Internacionales	452.602.633
Terrenos Eriazos y Otros	338.334.056
Losas y Areas Pavimentadas	153.787.866
Terrenos, Oficinas Eriazos , Agrícolas	476.960.750
Playas Estacionamientos	85.305.811
Otros Ingresos	
Porcentaje Venta Combustibles y Lubricantes	821.060.258
Tasas por Sobrevuelos	156.665.569
Total	11.888.678.499

Fuente: Subdirección de Finanzas, DGAC.

La estimación del valor presente del uso en los aeropuertos de la infraestructura horizontal se obtuvo de la siguiente manera – en primer lugar se estimaron para el año 2001 los ingresos de operación en base a la cifra del año 2000 proyectado con un incremento del 10%, en relación a la variación promedio entre el año 1991 al 2000 del número de despegues nacional más internacional, en segundo lugar se estimó los Costos de Operación en un 30% de los ingresos totales, proyectándose dichas cifras en un plazo de 15 años con una tasa de descuento del 12%, por lo que *el valor presente del uso de la infraestructura horizontal del total de los aeropuertos y aeródromos de la red nacional asciende a MMUS\$ 206, ver Cuadro 6.29.*

Cuadro 6.29
Estimación del Valor Presente de los Flujos por Uso de la Infraestructura Horizontal

Ingresos por Infraestructura Horizontal	2001
<i>Ingresos</i>	13.077.546.349
<i>Costos Operación</i>	3.923.263.905
<i>UAI</i>	9.154.282.444
<i>Impuesto</i>	1.373.142.367
<i>UDI</i>	7.781.140.078
<i>VPN (\$ de Dic 2000)</i>	126.212.877.013
<i>VPN (UF)</i>	8.003.394
<i>VPN (US\$ Jun 2001)</i>	206.766.395

Fuente: Elaboración Propia.

Por tanto de acuerdo a lo presentado en esta sección *el valor marginal o la disposición a pagar por la infraestructura aeroportuaria asciende a MMUS\$ 885, correspondiendo el 77% de los ingresos en valor presente a infraestructura vertical.*

7. Valorización de Obras Ferroviarias

7.1 Valor de Reposición de Obras Ferroviarias

La infraestructura ferroviaria, en términos generales, puede agruparse en los siguientes activos: líneas, estaciones y patios de maniobras. Esta infraestructura, si bien se encuentra valorizada en los balances de Empresas de Ferrocarriles del Estado (EFE), conceptualmente dicho valor no resulta ser relevante como proxy del valor de reposición de dichos activos. Esto, por cuanto gran parte de ésta fue construida hace bastantes años y, adicionalmente, su estado de mantención es bastante precario⁹⁷. En este sentido, si definimos el valor de reposición como el monto de las inversiones que se requeriría realizar para proveer una infraestructura que reemplazase a la actual infraestructura dada la tecnología actual, entonces, el valor libro de los activos no es una aproximación apropiada para dichos fines.

En consecuencia, se propone emplear una metodología de cálculo similar a la empleada en los aeropuertos. Más concretamente, dada la información disponible, en base al estudio de CIS (2001)⁹⁸ que contiene los antecedentes técnicos para el tren Santiago- Melipilla, se estimarán los siguientes coeficientes:

- i) Inversión promedio por kilómetro de línea férrea.
- ii) Inversión promedio por mtr² de estación.
- iii) Inversión promedio por mtr² de patio de maniobras.

Posteriormente, dichos coeficientes se aplicarán al total de kilómetros, metros cuadrados de estación y metros cuadrados de patios de maniobras que fueron catastrados en el informe anterior, obteniendo de este modo la estimación del valor total de reposición de la infraestructura de ferrocarriles.

⁹⁷ Más detalles en el segundo informe de avance de la presente asesoría.

⁹⁸ CIS Asociados Consultores en Transporte S.A. (2001). "Habilitación Proyecto Tren de Pasajeros Santiago-Melipilla: Actualización de Modelo de Demanda".



Respecto a la estimación realizada, si bien ésta puede adolecer de generalizar en extremo la información relevante para el tramo Santiago- Melipilla, ya que los costos de construcción variarán dependiendo de la topografía y condiciones geológicas de los terrenos donde se ubique el tendido ferroviario. Cabe señalar que dicha aproximación es la mejor que se puede hacer, dada la ausencia casi total de información más específica. Lo anterior, aún cuando se encontraría un mayor detalle de información disponible en la Gerencia de Infraestructura de Ferrocarriles, a la cual se le ha solicitado dicha información hace más de un mes y aún no se obtiene una respuesta favorable, ni tampoco es posible determinar si esta información será entregada en un plazo razonable. Obviamente, si se pudiese contar con un mayor nivel de información en un plazo cercano, ésta será incorporada a nuestras estimaciones.

7.1.1 Determinación Coeficientes de Reposición

Como se menciona en la metodología de valorización, el valor de reposición para este tipo de obras se debe entender como el monto de las inversiones que se requieren realizar para proveer una infraestructura que reemplace a la existente dada la tecnología actual, es decir, la reposición de vía, considera la rehabilitación sobre la faja vía existente a la cual solo deben realizarse algunos trabajos de mantención en la infraestructura de la vía, es decir no se consideran movimientos de tierra sino que solamente mantener aquellas obras de arte menores como alcantarillas, drenajes etc., para luego instalar la superestructura de la vía, comunicaciones, señalización y electrificación.

El valor de reposición se obtendrá a partir de coeficientes de reposición los cuales se clasificarán en función de los diferentes tipos de infraestructura ferroviaria. Estos coeficientes corresponden a coeficientes de infraestructura, superestructura de la vía, electrificación, señalización, comunicaciones y las estaciones de trenes.

Conviene mencionar que no se detallan las especificaciones técnicas de cada coeficiente de reposición sino que se consideran las inversiones realizadas según obras ejecutadas y estudios de rehabilitación.

a. Inversión promedio por kilómetro de vía férrea

La inversión promedio por kilómetro se subdivide en los siguientes ítems:

i. Inversión por kilómetro de infraestructura de la vía

Como se definió anteriormente se consideran como obras de infraestructura de la vía a todas aquellas obras que la sustentan, la protejan o estructuren su trazado, más específicamente estas obras se pueden agrupar según:

Obras de Arte Menores: movimientos de tierra, alcantarillas, drenajes, desagües, muros de defensas, etc.; por lo que estimar un coeficiente de reposición por kilómetro resulta homogeneizar la infraestructura ya que esta depende directamente de la topografía y geología del terreno donde se emplace, necesitándose de diferentes cantidades de obras, aunque se generalice por sectores como norte, centro y sur, para lo cual no se dispone de información clara y precisa.

Obras de Arte Mayores: como pasos inferiores, puentes mayores, puentes menores y túneles, de la misma forma que el ítem anterior no es conveniente considerar estandarizar el costo por una unidad de kilómetro, debido a que cada obra es una en particular que depende de la zona donde se construya. Para el caso particular de los puentes, no resulta aplicable considerar un costo promedio por kilómetro ya que su vida útil es muy alta y dentro del actual proceso de rehabilitación y mantención que se encuentra ejecutando EFE a su infraestructura no se considera reponer un puente principalmente por dos motivos el primero el económico (costos demasiado elevados) y a la vez porque el sistema de transporte ferroviario en Chile no ha alcanzado velocidades superiores a los 160 km/hr donde recién en esta etapa se debiera

considerar reponer los actuales puentes metálicos por puentes de hormigón como lo establece la norma internacional.

De acuerdo a lo anterior, el valor de reposición de la vía férrea *no considera un coeficiente de reposición de infraestructura de la vía.*

ii. Inversión promedio por kilómetro de superestructura de la vía

En función de la información proporcionada por la Gerencia de Ingeniería de EFE para el cálculo de un kilómetro de superestructura de la vía se ha tomado como referencia las obras ejecutadas, en los diferentes tramos rehabilitados a la fecha, lo cual considera los siguientes supuestos ó parámetros para la rehabilitación de la vía:

- i. Trocha de 1,676 mts.
- ii. Reutilización de rieles en un 90%.
- iii. Riel soldado continuo
- iv. Reutilización de lastre en un 50%
- v. Reutilización de durmientes en un 25%
- vi. Cambio de sujeción rígida por elástica.
- vii. A la vez considera mantención de obras de alcantarillas, mantención de puentes y cruces a nivel, pasarela a nivel y desvío de cruzamiento.
- viii. Se consideran durmientes de madera impregnada lo que para el costo de un durmiente de hormigón son muy similares.

El detalle para la estimación de reposición de un kilómetro de superestructura se encuentra en el Cuadro 7.1, del cual se extrae que el costo por kilómetro asciende a los US\$ 318.617⁹⁹, para una trocha de 1,676 mts de ancho.

⁹⁹ Revisando el estudio de Habilitación del Tren Santiago Melipilla, Inecon, 1996, el cual considera: Trocha de 1,676, Riel reutilizado de 50 kg/ml, soldado continuo, Durmientes de Hormigón, Sujeción elástica, balastro de piedra chancada renovada en un 100%, el cual alcanza un valor unitario de US\$ 270.000 por kilómetro de vía.



Conviene mencionar que el costo de reposición de la superestructura de la vía para una trocha de 1,0 mts de ancho se estima en un 20% menor al de trocha 1,676 mts, el cual asciende a los US\$ 254.894. El ancho de la trocha se mantiene en 1,00 mts debido principalmente a la topografía de la zona, siendo sectores en los cuales económicamente no ha sido posible instalar una trocha de 1,676 mts debido a que involucra demasiado movimiento de tierra, principalmente para desmoronamientos de cerros.

iii. Inversión promedio por kilómetro de electrificación

Las inversiones en el sistema de electrificación en términos generales son directamente proporcionales al tráfico que circula por él. Por lo que en base a información proporcionada por el Depto. Ingeniería Eléctrica de EFE y de acuerdo a obras ejecutadas en rehabilitación del sistema de electrificación el costo kilómetro de electrificación, considerando líneas de contacto y subestaciones eléctricas, alcanza a los US\$ 152.500¹⁰⁰.

¹⁰⁰ En comparación al monto indicado por EFE, se ha revisado el estudio de Habilitación del Tren Santiago – Melipilla realizado por Inecon en el año 1996, el cual al tratarse de un tramo suburbano considera una mayor frecuencia de trenes en operación a los que se realizan en los actuales tramos entre Puerto – Pto. Montt ya sean de la línea central como en ramales. Por lo que, se asume que al tomar dicho diseño se cuenta con una capacidad instalada ociosa para cubrir la demanda generada. Luego el costo kilómetro de electrificación, considerando líneas de contacto y subestaciones eléctricas, alcanza a los US\$ 172.000, cifra obtenida del costo total estimado en el sistema de electrificación del tramo Alameda – Melipilla equivalente a MMUS\$16 en 94,5 kilómetros de recorrido.



Cuadro 7.1.
Costo de Reposición de un Kilometro de Vía Férrea Reutilizando Materiales

Jornales (Contratista)	Unid.	Cant.	P.U. Estim.	Valor Total (\$/km)
1 Instalación y Levante de Faenas	kmlv	1	1.000.000	1.000.000
2 Topografía para Recalculo de Rasante	mlv	1.000	500	500.000
3 Desarmar y levantar enrikladura completa	mlv	1.000	5.000	5.000.000
4 Limpieza lastre chancado antiguo 50% recuperado	m3	750	4.000	3.000.000
5 Reafianzar sello para nueva vía trocha 1,676 m.	mlv	1.000	3.000	3.000.000
6 Completar lastre chancado para levante 15 cm.	m3	750	1.500	1.125.000
7 Carga, transporte y descarga durmientes nuevos 75% a renovar	n°	1.339	1.000	1.339.000
8 Descarga rieles barras 120 m. 10% a renovar	ton	10	2.500	25.000
9 Carga, transporte y descarga sujeción elástica completas	ton	54	30.000	1.620.000
10 Colocar durmientes 2,75 m impregnado reconstruyendo vía	n°	1.339	6.000	8.034.000
11 Renovación aislada de rieles 50 kg/ml (10%)	mlv	100	6.000	600.000
12 Reparar superficie rodadura rieles con soldadura eléctrica	mlr	50	30.000	1.500.000
13 recoger durmientes retirados de la vía	n°	1.339	750	1.004.250
14 Cargar rieles retirados de la vía	ton	10	6.000	60.000
15 Recoger accesorios de enrikladura retirados	ton	54	25.000	1.350.000
16 Nivelar, alinear, tapar y perfilar (3 pasadas)	mlv	1.000	5.000	5.000.000
17 Formar barras 12 a 120 m con soldadura eléctrica de tope	mlr	2.000	10.000	20.000.000
18 Soldadura Termitch c/120 my de cierre (fijación)	mlv	1.000	10.000	10.000.000
19 Formar juntas aislada con eclisas pegadas	n°	2	400.000	800.000
20 Reconstitución de cunetas (25%)	ml	500	2.000	1.000.000
21 Reconstitución de banquetas (50%)	ml	1.000	1.000	1.000.000
22 Roce, tala y despaste químico (75%)	mlv	750	800	600.000
23 Limpieza de alacantarillas	m3	50	4.000	200.000
24 Renovación aislada de durmientes de puente	n°	100	20.000	2.000.000
25 Reparación Integral de desviador Tg 1/13	n°	1	4.000.000	4.000.000
26 Reparación general de desvío de cruzamiento	mlv	100	10.000	1.000.000
27 Reparación integral de cruce a nivel	n°	1	6.000.000	6.000.000
28 Reparación integral de pasarela a nivel	n°	1	2.000.000	2.000.000
29 Trabajos varios en puentes metálicos	gl	1	10.000.000	10.000.000
30 Trabajos varios no especificados	hh	1.000	2.500	2.500.000
Subtotal Jornales				95.257.250
Materiales (Suministro, transporte y descarga)				
31 Durmientes comunes madera impregnada 2,75 m	n°	1.339	20.000	26.780.000
32 Durmientes especiales desciador madera impregnada Tg 1/13	jgo.	1	5.000.000	5.000.000
33 Durmientes especiales puent 3,5 m madera impregnada	n°	100	50.000	5.000.000
34 Balasto Chancado	m3	750	12.000	9.000.000
35 Rieles tipo 50 kg/ml nuevos	ton	10	450.000	4.500.000
36 Silla de asiento según la sujeción elegida	n°	3.572	5.000	17.860.000
37 Tirafondos N°5	n°	14.288	500	7.144.000
38 Juego de sujeción elástica elegida para 1 durmiente	jgo.	1.339	15.000	20.085.000
39 Pernos para durmiente de puente	n°	200	800	160.000
40 Placa elástica para durmiente de puente metálico	n°	200	3.500	700.000
41 Anclas rieleras según el tipo de riel	n°	200	2.000	400.000
42 Kit de soldadura termith para rieles de 50 kg/ml	n°	18	25.000	450.000
43 Eclisas aisladas pegadas con 6 pernos huck	n°	4	200.000	800.000
Sub total Materiales				97.879.000
Total General \$/km-vía				193.136.250
Total General US\$/km-vía				318.617
<i>Tipo de Cambio 1US\$=\$616,07 (Junio 2001)</i>				

iv. Inversión promedio por kilómetro señalización y comunicaciones

Para el presente indicador se consideran los costos estimados en el estudio de Habilitación del Tramo Santiago – Melipilla, en términos generales la movilización de los trenes se define del tipo Control de Tráfico Centralizado, en donde el objetivo básico es el telecomando de las señales y la operación de los desviadores y desvíos desde una central de tráfico. El sistema de señalización deberá ser compatible con vías electrificadas a 3.000 volt corriente continua. En base a dicha descripción se estima que el costo kilómetro del sistema de señalización y comunicaciones tramo simple vía asciende a US\$ 222.000.

Conviene mencionar que los valores de rehabilitación pueden variar dependiendo de la zona en la cual se emplacen, ya que el material a reponer puede ser mayor o menor, dependiendo de su estado actual, por lo que no resulta conveniente dar una prospección de valores. Además no existen estadísticas de reposición desde Laja a Puerto Montt debido a que no se han realizado rehabilitaciones de vías con el diseño definido anteriormente, por lo que no poseen estadísticas para incorporar dicho incremento.

El Cuadro 7.2. muestra el resumen de los coeficientes obtenidos para la rehabilitación de la infraestructura ferroviaria.

Cuadro 7.2
Coeficientes de Inversiones

Kilómetro de Vía Férrea	US\$/km
Infraestructura de la vía	-
Superestructura de la vía ¹	318.617
Electrificación ¹	152.500
Señalización y Comunicaciones ²	222.000
Sub Total	750.468

Fuente:¹ Gerencia de Ingeniería EFE, Depto Mantenimiento de Vías y Depto. Eléctrico

² Estudio de Habilitación Tren Santiago Melipilla, Inecon , 1996.

b. Inversión promedio en Estación de Trenes

A la fecha de realización del presente informe no se ha podido establecer una clasificación de las estaciones de trenes en función de estación principal, secundaria y paradero y a la vez no se dispone de estadísticas de inversión para cada categoría de estación, lo cual implica no poder estimar un coeficiente de reposición.

Conviene mencionar que la infraestructura en las gran mayoría de las estaciones de trenes ya sea edificio principal, andenes, bodegas y patios de almacenamiento, edificio subestación eléctrica, datan desde el año 1920 en adelante y solamente se han realizados trabajos de mantenimiento como pintura y reparaciones menores, lo cual dificulta aún más la obtención de un coeficiente.

7.1.2 Estimación del Valor de Reposición

La estimación del valor de reposición de la infraestructura ferroviaria y de las estaciones de trenes se estimará en función de los coeficientes de inversión estimados en el punto anterior y del valor residual contable respectivamente.

Conviene destacar que el valor residual (valor bruto menos la depreciación acumulada) de las estaciones de trenes considera algunos ítems de la cuenta de edificios y construcciones (Cuenta 12) estos son:

- ◆ Edificio Principal – oficinas estación
- ◆ Bodega de carga y/o equipaje (de explotación)
- ◆ Bodega de operación de FFCEE (de apoyo)
- ◆ Galpón de almacenamiento (de explotación)
- ◆ Galpón de operación FFCEE (de apoyo)
- ◆ Galpón o cubierta estación
- ◆ Cubierta- andén

- ◆ Talleres y maestranzas
- ◆ Casa de máquina o garages
- ◆ Edificio subestación
- ◆ Oficinas administrativas
- ◆ Andenes
- ◆ Cierros
- ◆ Muelles de carga, malecones, canchas de minerales y pavimentos para estacionamientos.

Para estimar el valor de reposición la infraestructura ferroviaria y la estaciones de trenes estas se han subdivido por los actuales sectores de mantenimiento que dispone EFE, los cuales son: Valparaíso, Santiago, Curicó, Concepción, Temuco y Osorno.

Las estimaciones del valor de reposición están basadas en aquellas estaciones que se encuentran en el activo de EFE (ver detalle de estaciones en Anexo 5), existiendo la probabilidad de que algunas estaciones no se encuentren en operación pero que estén consideradas en el activo.

En cada uno de esto sectores se analiza el valor de reposición para vía férrea y estaciones de trenes.

7.1.2.1 Sector Valparaíso.

a. Reposición Vía Férrea

El sector de Valparaíso cuenta con un total de 309 km de vía en operación lo cual representa el 14% del total nacional, tanto de la línea central como ramales, ver Cuadro 7.3., incluyendo tramos de simple como doble vía, de los cuales 86 km corresponden a vía electrificada, estimándose un valor de reposición de MUS\$ 180.512.

Bajo el mismo supuesto de rehabilitación se ha estimado el costo de reposición de aquellos tramos que a Diciembre del 2000 se encuentran fuera de operación, el cual alcanzan a los MUS\$15.677, ver Cuadro 7.4

Luego, el costos total de reposición de vías en el sector de Valparaíso asciende a los MUS\$196.190.

Cuadro 7.3
Sector en Operación

Tramo	Primera Vía km	Segunda Vía Km	Total Vía km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Puerto (Valp.) Til Til	138,20	44,10	182,30	86,50	111.745.784
San Pedro Ventanas	45,20		45,20		24.435.902
Llay Llay Los Andes	48,00		48,00		25.949.630
Los Andes Río Blanco	34,00		34,00		18.380.988
Sub Total Tramo	265,40	44,10	309,50	86,5	180.512.305

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 7.4
Sector sin Operación

Tramo	Primera Vía km	Segunda Vía km	Total Vía km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Río Blanco Portillo	29				15.677.902
Sub Total Tramo	29				15.677.902

Fuente: Elaboración Propia.

b. Estaciones de Trenes

El sector de Valparaíso cuenta con 30 estaciones en su línea central, tramo Puerto a Til Til, ver Cuadro 7.5, y con además cuenta con 17 estaciones en ramales, como se mencionó anteriormente dichas estaciones se encuentran en el activo pero puede que no estén operativas, el monto de reposición alcanzan los 151 millones de pesos equivalentes a MUS\$ 246, el detalle de las estaciones se encuentra en el Anexo 5, Cuadros 5.1, 5.2 y 5.3.

Cuadro 7.5
Número y Valor Residual de Estaciones Sector Valparaíso.

Tramo	N° de Estaciones	Valor Residual	
		\$	US\$
Puerto Til Til	30	120.949.997	196.325
San Pedro Ventanas	5	1.231.401	1.999
Llay Llay Los Andes	7	21.611.596	35.080
Los Andes Río Blanco	5	7.961.876	12.924
Sub Total Tramo	47	151.754.870	246.327

Fuente: Activos de EFE, Cuenta N°12.

Por tanto, se estima que el costo de reposición del sector de Valparaíso incluyendo vías y estaciones asciende a los MUS\$ 196.436.

7.1.2.2 Sector Santiago

a. Vías Férreas

El sector de Santiago cuenta con un total de 324 km de vía en operación lo cual representa el 20% del total nacional, tanto de la línea central como ramales, ver Cuadro 7.6, incluyendo tramos de simple como doble vía, de los cuales 274 km corresponden a vía electrificada, estimándose un valor de reposición para el tramo en operación de MUS\$ 289.310

Bajo el mismo supuesto de rehabilitación se ha estimado el costo de reposición de aquellos tramos que a Diciembre del 2000 se encuentran fuera de operación, el cual alcanzan a los MUS\$ 68.550, ver Cuadro 7.7

Luego, el costos total de reposición de vías en el sector de Valparaíso asciende a los MUS\$357.860.

Cuadro 7.6
Sector en Operación

Tramo	Primera Vía Km	Segunda Vía Km	Total Vía Km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Til Til Alameda	48,70		48,70		26.328.063
Alameda Paine	41,20	41,20	82,40	82,40	57.112.866
Paine Centinela	95,90	92,60	188,50	191,80	131.155.861
Alameda San Antonio	112,20		112,20		60.657.261
Paine Talagante	26,00		26,00		14.056.050
Sub Total Tramo	324,00	133,80	457,80	274,2	289.310.101

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 7.7
Sector sin Operación

Tramo	Primera Vía Km	Segunda Vía Km	Total Vía Km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Alameda Ñunoa	7,8				4.216.815
Centinela Pichilemu	119				64.333.459
Sub Total Tramo	126,8				68.550.274

Fuente: Elaboración Propia.

b. Estación de Trenes

El sector de Santiago cuenta con 31 estaciones en su línea central, tramo Til Til a Centinela, ver Cuadro 7.8 y con además cuenta con 18 estaciones en ramales operativos, como Alameda a San Antonio, Paine a Talagante, además cuenta con 13 estaciones en el ramal Centinela – Pichilemu sin operación a Diciembre del 2000, el detalle de las estaciones se encuentra en el Anexo 5, Cuadros 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7, como se mencionó anteriormente dichas estaciones se encuentran en el activo pero puede que algunas no estén operativas, el monto de reposición alcanzan los 503 millones de pesos equivalentes a US\$ 817.141.

Cuadro 7.8
Número y Valor Residual de Estaciones Sector Santiago.

Tramo	N° de Estaciones	Valor Residual	
		\$	US\$
Til Til Centinela	31	401.768.919	652.148
Alameda San Antonio	17	97.613.014	158.445
Paine Talagante	1	152.693	248
Centinela Pichilemu	13	3.881.385	6.300
Sub Total Tramo	38	503.416.011	817.141

Fuente: Activos de EFE, Cuenta N°12.

Luego, el costo de reposición estimado para el sector de Santiago incluyendo vías y estaciones asciende a los MUS\$ 358.677.

7.1.2.3 Sector Curicó

a. Vías Férreas

El sector de Curicó cuenta con un total de 349 km de vía en operación lo cual representa el 15% del total nacional, tanto de la línea central como ramales, ver Cuadro 7.9, incluyendo solamente tramos de simple, de los cuales 260 km corresponden a vía electrificada, estimándose su valor de reposición en MUS\$228.455

Cuadro 7.9
Sector en Operación

Tramo	Primera Vía km	Segunda Vía km	Total Vía Km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Centinela Chillán	260,50		260,50	260,50	180.557.057
Talca Constitución	88,60		88,60		47.898.693
Sub Total Tramo	349,10		349,10	260,50	228.455.750

Fuente: Elaboración Propia.

b. Estación de Trenes

El sector de Curicó cuenta con 29 estaciones en su línea central, tramo Centinela a Chillán, ver Cuadro 7.10 y con además cuenta con 9 estaciones en el ramal Talca – Constitución, el detalle de las estaciones se encuentra en el Anexo 5, Cuadros 5.8 y 5.9, el monto de reposición alcanzan los 102 millones de pesos equivalentes a US\$ 166.940.

Cuadro 7.10
Número y Valor Residual de Estaciones Sector Curicó

Tramo	N° de Estaciones	Valor Residual	
		\$	US\$
Centinela Chillán	29	95.279.827	154.657
Talca Constitución	9	7.567.021	12.283
Sub Total Tramo	38	102.846.848	166.940

Fuente: Activos de EFE, Cuenta N°12.

Por tanto, se estima que el costo de reposición del sector de Curicó asciende a los MUS\$228.622.

7.1.2.4 Sector Concepción.

a. Vías Férreas.

El sector de Concepción cuenta con un total de 468 km de vía en operación lo cual representa el 22% del total nacional, tanto de la línea central como ramales, ver Cuadro 7.11, incluyendo tramos de simple como doble vía, de los cuales 281 km corresponden a vía electrificada, estimándose un valor de reposición para el tramo en operación de MUS\$308.072

Bajo el mismo supuesto de rehabilitación se ha estimado el costo de reposición de aquellos tramos que a Diciembre del 2000 se encuentran fuera de operación, el cual alcanzan a los MUS\$ 59.932, ver Cuadro 7.12.

Luego, el costo total estimado de reposición de vías en el sector de Concepción asciende a los MUS\$ 368.005.

Cuadro 7.11
Sector en Operación

Tramo	Primera Vía km	Segunda Vía Km	Total Vía km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Chillán Renaico	153,40		153,40	153,40	106.324.194
Lirquén Concepción	110,86		110,86	17,70	62.632.084
Concepción Curanilahue	91,50		91,50	3,00	49.923.983
San Rosendo Talcahuano	85,30	21,70	107,00	107,00	74.163.551
Santa Fé Los Angeles	20,00		20,00		10.812.346
Coigue Nacimiento	7,80		7,80		4.216.815
Sub Total Tramo	468,86	21,70	490,56	281,10	308.072.974

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 7.12
Sector sin Operación

Tramo	Primera Vía km	Segunda Vía Km	Total Vía Km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Rucapequén Lirquén	110,9				59.932.834
Sub Total Tramo	110,9				59.932.834

Fuente: Elaboración Propia.

b. Estación de Trenes

El sector de Concepción cuenta con 18 estaciones en su línea central, tramo Chillán a Renaico, ver Cuadro 7.13 y con además cuenta con 29 estaciones en ramales operativos, como San Rosendo a Talcahuano, Concepción a Lirquén, Concepción a Curanilahue, además cuenta con 11 estaciones en el ramal Concepción – Rucapequén sin operación a Diciembre del 2000, el detalle de las estaciones se encuentra en el Anexo 5, Cuadros del 5.10 al 5.14 , como se mencionó anteriormente dichas estaciones se encuentran en el activo pero puede que algunas no estén operativas, el monto de reposición alcanzan los 114 millones de pesos equivalentes a US\$ 185.841.

Cuadro 7.13
Número y Valor Residual de Estaciones Sector Curicó

Tramo	N° de Estaciones	Valor Residual	
		\$	US\$
Chillán Renaico	18	34.971.175	56.765
Rucapequén Concepción	17	11.992.384	19.466
San Rosendo Talcahuano	12	64.171.448	104.163
Concepción Curanilahue	8	2.690.179	4.367
Santa Fé Los Angeles	3	665.583	1.080
Coigue Nacimiento	1	s/i	
Sub Total Tramo	59	114.490.769	185.841

Fuente: Activos de EFE, Cuenta N°12.

Por tanto, se estima que el costo de reposición del sector de Concepción asciende a los MUS\$368.191.

7.1.2.5 Sector Temuco

a. Vía Férrea

El sector de Temuco cuenta con un total de 342 km de vía en operación lo cual representa el 15% del total nacional, tanto de la línea central como ramales, ver Cuadro 7.14, incluyendo tramos de simple, de los cuales 151 km corresponden a vía electrificada en la línea central, estimándose un valor de reposición para el tramo en operación de MUS\$208.319.

Bajo el mismo supuesto de rehabilitación se ha estimado el costo de reposición de aquellos tramos que a Diciembre del 2000 se encuentran fuera de operación, el cual alcanzan a los MUS\$ 180.025, ver Cuadro 7.15. Luego, el costo total estimado de reposición de vías en el sector de Concepción asciende a los MUS\$388.344.

Cuadro 7.14
Sector en Operación

Tramo	Primera Vía Km	Segunda Vía Km	Total Vía km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Renaico Lanco	234,40		234,40	151,50	149.824.446
Temuco Nueva Imperial	41,20		41,20		22.273.433
Púa Traiguen	38,00		38,00		20.543.457
Quino Galvarino	29,00		29,00		15.677.902
Sub Total Tramo	342,60		342,60	151,50	208.319.238

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 7.15
Sector sin Operación

Tramo	Primera Vía km	Segunda Vía km	Total Vía Km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Freire - Cunco	57		57		30.815.186
Cajón - Vilcún	27		27		14.596.667
Loncoche - Villarrica	42		42		22.705.927
Púa - Lonquimay	115		115		62.170.990
Renaico - Los Sauces - Traiguen	92		92		49.736.792
Sub Total Tramo	333		333		180.025.562

Fuente: Elaboración Propia.

b. Estación de Trenes

El sector de Temuco cuenta con 26 estaciones en su línea central, tramo Renaico a Lanco, ver Cuadro 7.16 y con además cuenta con 10 estaciones en ramales operativos, como Temuco a Nueva Imperial, Púa a traiguen y Quino a Galvarino, además cuenta con 28 estaciones en ramales sin operación a Diciembre del 2000, el detalle de las estaciones se encuentra en el Anexo 5, Cuadros del 5.15 al 5.23 , como se mencionó anteriormente dichas estaciones se encuentran en el activo pero puede que algunas no estén operativas, el monto de reposición alcanzan los 109 millones de pesos equivalentes a US\$ 177.974.

Cuadro 7.16
Número y Valor Residual de Estaciones Sector Temuco

Tramo	N° de Estaciones	Valor Residual	
		\$	US\$
Renaico - Lanco	26	88.177.469	143.129
Temuco - Nueva Imperial	5	1.777.587	2.885
Púa - Traiguen	3	5.252.587	8.526
Quino - Galvarino	2	941.129	1.528
Freire - Cunco	6	1.031.960	1.675
Cajón - Vilcún	3	776.438	1.260
Loncoche - Villarrica	4	2.860.191	4.643
Púa - Lonquimay	8	3.428.679	5.565
Renaico - Los Sauces - Traiguen	7	5.398.653	8.763
Sub Total Tramo	64	109.644.693	177.974

Fuente: Activos de EFE, Cuenta N°12.

Por tanto, se estima que el costo de reposición del sector de Temuco asciende a los MUS\$388.522

7.1.2.6 Sector Osorno

a. Vías Férreas

El sector de Osorno cuenta con un total de 322 km de vía en operación lo cual representa el 14% del total nacional, tanto de la línea central como ramales, ver Cuadro 7.17, incluyendo solamente tramos de simple sin electrificación, estimándose su valor de reposición en MUS\$174.295.

Cuadro 7.17
Sector en Operación

Tramo	Primera Vía Km	Segunda Vía km	Total Vía km	Vía Electrificada Km	Costo de Reposición (US\$)
Lanco Puerto Montt	294,10		294,10		158.995.549
Antihue Valdivia	28,30		28,30		15.299.470
Sub Total Tramo	322,40		322,40		174.295.018

Fuente: Elaboración Propia.

b. Estación de Trenes

El sector de Temuco cuenta con 29 estaciones en su línea central, tramo Lanco a Pto Montt (La Paloma), ver Cuadro 7.18 y con además cuenta con 3 estaciones en el ramal Antilhue a Valdivia, el detalle de las estaciones se encuentra en el Anexo 5, Cuadros 5.24 y 5.25, como se mencionó anteriormente dichas estaciones se encuentran en el activo pero puede que algunas no estén operativas, el monto de reposición alcanzan los 193 millones de pesos equivalentes a US\$ 313.788.

Cuadro 7.18
Número y Valor Residual de Estaciones Sector Osorno

Tramo	N° de Estaciones	Valor Residual	
		\$	US\$
Lanco Pto. Montt	29	180.495.884	292.980
Antilhue Valdivia	3	12.819.211	20.808
Sub Total Tramo	32	193.315.095	313.788

Fuente: Activos de EFE, Cuenta N°12.

Luego, se estima que el costo de reposición del sector de Osorno asciende a los MUS\$174,609

Por tanto al considerar todos los sectores descritos, incluyendo su vías en operación y sin operación, en conjunto con las estaciones de trenes, el monto asciende a los MMUS\$ 1.715 para reponer la actual infraestructura de EFE, ver Cuadro 7.19

Cuadro 7.19
Resumen Costo de Reposición por Sector en Operación (MMUS\$)

	Valparaíso	Santiago	Curico	Concepción	Temuco	Osorno	Total
Vía en Operación	180,512	289,310	228,456	308,073	208,319	174,295	1.388,965
Vía sin Operación	15,678	68,550		59,933	180,026		324,187
Estaciones	0,246	0,817	0,167	0,186	0,178	0,314	1,908
Total	196,437	358,678	228,623	368,192	388,523	174,609	1.715,06

Fuente: Elaboración Propia.

7.2 Valor Marginal de Obras Ferroviarias

Para estimar la disposición a pagar por la infraestructura ferroviaria – líneas, estaciones y patios de maniobras -, en primer lugar se debe distinguir los tres tipos de usuarios que emplean dicha infraestructura, a saber: a) transporte de carga, b) transporte de pasajeros y c) usuarios de la línea.

En el caso del transporte de carga, EFE entregó en concesión a FEPASA el movimiento de carga general en la red sur, motivo por el cual FEPASA debe cancelar a EFE un canon por concepto de uso de la infraestructura por una sola vez mientras dure la concesión. Además, FEPASA debe cancelar un peaje fijo de UF 15 mil trimestralmente y, finalmente, un peaje variable por tonelada-kilómetro bruta transportada. Adicionalmente, existe otra empresa de transporte de carga que hace uso de la vía (Transap) para el transporte de ácido sulfúrico desde la mina El Teniente hasta el puerto de San Antonio. Por este motivo, Transap cancela a EFE tarifas similares a las cobradas a FEPASA. Estos pagos, prácticamente por definición corresponden a la disposición a pagar por la infraestructura ferroviaria. Luego, para el caso del transporte de carga, el cálculo de la disposición a pagar anual implica sumar los siguientes ítems:

- i) El pago de una sola vez por el período de concesión expresado en términos de costo anual equivalente.
- ii) El pago trimestral fijo multiplicado por cuatro.
- iii) El pago por el total de las tonelada-kilómetro bruta transportada durante el año.

En cuanto a la disposición a pagar por concepto del transporte de pasajeros, su estimación es algo más compleja que el caso anterior ya que el único pago observado en este caso es aquel realizado por los pasajeros que emplean el servicio de tren, el cual podría ser asociado a la disposición a pagar tanto por la infraestructura propiamente tal pero también por los trenes y el servicio (rapidez, puntualidad, atención a bordo, etc).

Por tal motivo, con el fin de obtener una proxy del valor marginal de la infraestructura se utilizó la siguiente metodología:

- i) Elaborar un estado de resultados operacionales de EFE, el cual debe simular cuál sería la utilidad de EFE si es que la empresa no fuese dueña de la línea férrea y tampoco del material rodante. Correspondiendo dicha cifra a la cota máxima del retorno al capital de EFE.
- ii) Luego, esta cota máxima del retorno al capital se asigna proporcionalmente entre los diferentes activos según sea su participación en el valor libro de la empresa, lo cual permite obtener la proxy de la disposición a pagar por la infraestructura ferroviaria – líneas, estaciones y patios de maniobras -. Por ejemplo, si las líneas, estaciones y patios de maniobras representan 50% de los activos de EFE el retorno total al capital asciende a \$ 100 anuales, la disposición a pagar por la infraestructura serían \$ 50 anuales ($\$ 100 \times 50\%$).

Finalmente, la disposición a pagar por el tramo chileno del trayecto Arica – La Paz corresponde lisa y llanamente al arriendo que se realiza EFE por el uso de dicho tramo.

7.2.1 Transporte de Carga

De acuerdo a la Ley 19.170 de 1992 que corresponde a la Ley Orgánica de la Empresa de Ferrocarriles del Estado el transporte de carga en Chile desde 1993 es realizado por la empresa de Ferrocarriles del Pacífico S.A. (FEPASA) que nace como consecuencia de la separación de este servicio con el servicio de pasajeros que hasta entonces era realizado por EFE. En 1994 EFE vendió a inversionistas privados, por medio de una concesión a 20 años, el 51% de la propiedad de la empresa FEPASA. La administración de la compañía fue asumida por los controladores privados en Enero de 1995.



Por tanto también se fija la estructura tarifaria para los portadores de carga que utilicen la vía férrea perteneciente a EFE. La que se compone de un canon de acceso, un peaje fijo y otro variable, de estos, el peaje fijo se aplica a los portadores de carga mientras que el peaje variable se aplica a todos los usuarios de la vía. El peaje fijo corresponde a un aporte por concepto de conservación de la infraestructura y administración del tráfico, mientras que el peaje variable está asociado a la intensidad de uso de la vía, dicha estructura tarifaria se detalla en el Box #1.

BOX#1 Estructura Tarifaria por Uso de la Vía Férrea

La estructura tarifaria se compone de un canon de acceso, un peaje fijo y un peaje variable.

•Canon de acceso: Independiente de longitud de vía utilizada y de la intensidad de uso. Se aplica a todos los portadores de carga y se cancela trimestralmente (CTP). Este canon se devenga a favor de EFE por períodos anuales de cuatro trimestres. En caso de existir n operadores de carga, con n mayor o igual a 2, el valor de la cuota trimestral (CTP) se calculará de la siguiente forma:

$$CTP = \frac{60.000UF + (n - 1)20.000UF}{4n}$$

•Peaje:

–Fijo: Es independiente de la intensidad de uso de la vía y corresponde a una contribución al financiamiento de los costos totales de conservación de la infraestructura y de la administración del tráfico. Se aplica sólo a los portadores de carga. Diferencia entre sectores y ramales de líneas clase 1 y clase 2.

Peaje Fijo Líneas Clase 1 (PFL1):

$$PFL1_j = UF150.000 \frac{MKL1_j}{\sum_j MKL1_j} \geq UF22.500$$

donde MKL1ij corresponde a la extensión máxima de líneas clase 1, utilizada por el porteador de carga j, durante un año calendario, en kilómetros.

Peaje Fijo Líneas Clase 2 (PFL2):

$$PFL2_{ij} = Pf_i \frac{MKL2_{ij}}{\sum_j MKL2_{ij}} \text{ con } Pf_i \geq UF150 / km_i$$

donde MKL2ii corresponde a la extensión máxima de línea o ramal i utilizada por el porteador

- Transferencias de FEPASA y TRANSAP a EFE.

Como bien se indico en la estructura tarifaria, los ingresos que percibe EFE por los usuarios de la vía se generan por concepto de Canon de Entrada, peaje Fijo y Peaje Variable a continuación se describe la metodología de calculo de estos:

Canon, por este concepto corresponde a FEPASA la cancelación de 40.000 UF anuales, esta cifra se obtiene ya que por las vías de EFE actualmente se encuentran 2 usuarios (FEPASA y TRANSAP), en el Cuadro 7.21 se detallan los ingresos.

Peaje Fijo, para el año 2000 esta cifra de acuerdo a contrato era de 150.000 UF, dicho valor de acuerdo a información proporcionada por el Administrador de Contrato ha sido rebajada para el año 2001 en 80.000 UF y la modalidad de cancelación se modifico de ser trimestral a mensual, en el Cuadro 7.21 se detalla la estimación de ingresos.

Peaje Variable, de acuerdo a la estructura tarifaria presentada en Box #1, para el año 2000 el total de Toneladas Kilómetro Brutas Completas (TKBC) alcanzaron las 2.581 millones de toneladas, ver Cuadro 7.20, correspondiendo al 64% del total de TKBC en vías de EFE. El total de ingresos generados por este ítem se encuentra en el Cuadro 7.21.

Cuadro 7.20
Transporte de Carga FEPASA Año 2000
(toneladas)

Mes	Diesel	Eléctricas	Total FEPASA
Enero	155.316.541	62.259.007	217.575.548
Febrero	154.385.637	42.139.449	196.525.086
Marzo	165.871.671	63.248.484	229.120.155
Abril	160.715.211	59.572.378	220.287.589
Mayo	178.913.660	75.530.458	254.444.118
Junio	141.896.943	60.457.597	202.354.540
Julio	161.781.785	49.742.650	211.524.435
Agosto	168.206.575	72.189.409	240.395.984
Septiembre	129.017.005	38.983.772	168.000.777
Octubre	166.694.621	41.832.999	208.527.620
Noviembre	173.294.731	39.803.523	213.098.254
Diciembre	178.541.637	41.353.706	219.895.343
Total	1.934.636.017	647.113.432	2.581.749.449

Fuente: Anuario Estadístico EFE 2000

Cuadro 7.21
Ingresos a EFE por FEPASA (\$ Junio del 2001)

Mes	Peaje Variable	Peaje Fijo Trimestral	CAE	Total \$	US\$
Enero	245.869.283			245.869.283	399.093
Febrero	222.081.399			222.081.399	360.481
Marzo	258.915.162	598.911.000	159.709.600	1.017.535.762	1.651.656
Abril	248.934.001			248.934.001	404.068
Mayo	287.532.278			287.532.278	466.720
Junio	228.668.921	598.911.000	159.709.600	987.289.521	1.602.561
Julio	239.031.278			239.031.278	387.994
Agosto	271.657.311			271.657.311	440.952
Septiembre	189.847.761	598.911.000	159.709.600	948.468.361	1.539.546
Octubre	235.644.754			235.644.754	382.497
Noviembre	240.809.758			240.809.758	390.881
Diciembre	248.490.747	598.911.000	159.709.600	1.007.111.347	1.634.735
Total \$	2.917.482.652	2.395.644.000	638.838.400	5.951.965.052	9.661.183
Total UF	182.674	150.000	40.000		

Fuente: Elaboración Propia en base a datos proporcionados por Administrador Contrato EFE – FEPASA, contraparte EFE.



Para el caso de TRANSAP S.A., este comienza su actividad como porteador de carga el año 2001, proyectando movilizar un total de 1,2 millones de toneladas de ácido sulfúrico producido por la división El Teniente de Codelco Chile en Caletones, cuyo recorrido comprende entre la Estación Los Lirios y Barrancas. De acuerdo a la modalidad empleada por EFE al incorporar porteadores de carga existe una exclusión en este caso debido a que por peaje fijo cancela UF 22.500, por concepto de Canon y Peaje Variable se rige al igual que FEPASA.

Para el año 2001 de acuerdo a cifras proporcionadas por la Subgerencia de Explotación de EFE se proyectaron los ingresos que percibiría EFE de FEPASA y TRANSAP las cuales alcanzan las UF 380.000 anuales, ver Cuadro 7.22.

Cuadro 7.22
Estimación de Ingresos de EFE
Por Porteadores de Carga.

Porteador	2001
FEPASA	303.304
Canon	40.000
Peaje Fijo	80.000
Peaje Variable	183.304
TRANSAP	77.202
Canon	40.000
Peaje Fijo	22.500
Peaje Variable	14.702

Fuente: Subgerencia de Explotación , EFE

El valor presente estimado de los pagos realizados a EFE por los porteadores alcanzan los MMUS\$ 65, lo cuales se obtuvieron en base a un periodo de 20 años con una tasa de descuento del 12% y flujos constantes, ver Cuadro 7.23.

Cuadro 7.23
Estimación Valor Presente Ingresos de EFE por Pagos en Transporte de Carga

Valor Presente	Fepasa	Transap
UF	2.010.351	511.708
\$ (Junio del 2001)	31.996.892.557	8.144.377.858
US\$	51.937.105	13.219.890
Total US\$	65.156.996	

7.2.2 Transporte de Pasajeros.

El transporte de pasajeros realizado por la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) a lo largo de todo su red ferroviaria entre quinta y décima región esta compuesto por tres tipos de servicios tales como Largo Recorrido, Cercanías y Regionales, estos abarcan los siguientes tramos :

<i>Largo Recorrido</i>	:	<i>Alameda – Chillán</i> <i>Alameda – Concepción</i> <i>Alameda – Temuco</i>
<i>Cercanías</i>	:	<i>Merval</i> <i>Metrotren Santiago – Rancagua – San Fernando</i> <i>Biotren Talcahuano – San Rosendo</i>
<i>Regionales</i>	:	<i>Talca – Constitución</i> <i>Corto del Laja</i>

En el trienio 1998 – 2000 el total de pasajeros transportados se incremento en un 32% alcanzando a Diciembre del 2000 un total de más de 13 millones de pasajeros, ver Cuadro 7.24, correspondiendo el 90% de estos a servicios de cercanías, en cambio, el servicio de largo recorrido alcanzó solamente al 7% del total con 938 mil pasajeros transportados.

Cuadro 7.24
Total Pasajeros Transportados por EFE

Servicios	1998	1999	2000	2001
Largo Recorrido	607.275	881.249	938.111	582.107
Cercanías	9.354.098	9.090.386	12.247.742	8.828.121
Regionales	334.768	430.840	447.120	317.527
Total Pasajeros	10.296.141	10.402.475	13.632.973	9.727.755

Fuente: Subgerencia de Pasajeros, EFE.

El servicio de larga distancia en el año 2000 tuvo un incremento de un 6% en relación a 1999, aquí el tramo Alameda – Chillán el cual alcanzó a Diciembre del 2000 un total de 518 mil pasajeros transportados, lo que representa el 55% del total de pasajeros transportados al sur por vías de EFE, con un incremento del 4% en relación al mismo periodo, seguido por el servicio Alameda – Temuco con un total de 276 mil pasajeros transportados a la misma fecha, ver Cuadro 7.25 .

Cuadro 7.25
Pasajeros y Autos Transportados en Servicio de Largo Recorrido

Largo Recorrido	1998	1999	2000	2001
<i>Pasajeros</i>				
Alameda –Chillán - Alameda	364.968	498.306	518.187	304.544
Alameda - Concepción - Alameda	62.536	122.215	144.388	88.723
Alameda - Temuco - Alameda	179.771	260.728	275.536	188.840
<i>Autotren</i>				
Alameda – Concepción - Alameda	2.432	2.267	2.216	1.632
Alameda - Temuco - Alameda	1.422	1.010	1.096	484
Total Pasajeros	607.275	881.249	938.111	582.107

Fuente: Subgerencia de Pasajeros, EFE.

En lo que respecta a los servicios de cercanías estos aportan con cerca del 90% de los pasajeros transportados por EFE a lo largo de toda su extensión, de estos el Metro Regional de Valparaíso (Merval) encargado de explotar las vías en la Quinta Región transporta al 67% de los pasajeros por este concepto, entre Puerto y Limache, seguido por el Metrotren con un 30% del total entre Santiago – Rancagua – San Fernando, con

un porcentaje muy inferior se encuentra el Biotren que opera entre Talcahuano y Chiguayante en la Octava Región, ver Cuadro 7.25.

Cuadro 7.25
Pasajeros Transportados en Servicios de Cercanías

Cercanías	1998	1999	2000	2001
Merval	6.351.855	5.262.828	7.959.702	5.274.600
Metrotren	2.667.475	3.343.781	3.560.835	3.032.387
Biotren		52.937	280.085	203.607
Total	9.019.330	8.659.546	11.800.622	8.510.594

Fuente: Subgerencia de Pasajeros, EFE.

Los servicios regionales corresponden solamente al 3% del total de pasajeros transportados en vías de EFE, esta compuesto por los recorridos Talca – Constitución que el año 2000 movilizó un total de 84 mil pasajeros y además por el servicio entre Concepción y Laja (Corto del Laja) que a la misma fecha movilizó un total de 364 mil pasajeros, presentando un incremento del 4% en el 2000 en relación al año 1999, ver Cuadro 7.26.

Cuadro 7.26.
Pasajeros Transportados en Servicios Regionales

Regionales	1998	1999	2000	2001
Talca – Constitución	79.189	83.639	83.641	55.711
Corto del Laja	255.579	347.201	363.479	261.816
Total	334.768	430.840	447.120	317.527

Fuente: Subgerencia de Pasajeros, EFE.

- Estado de Resultado de Explotación Transporte de Pasajeros.

Estimación de Ingresos

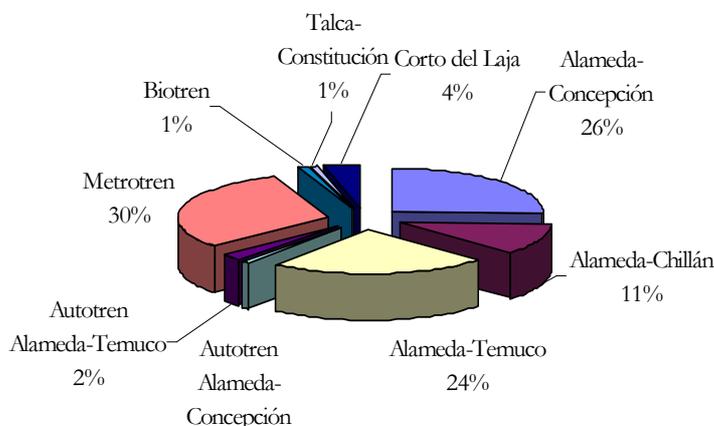
De acuerdo a información proporcionada por la Gerencia de Planificación de EFE los ingresos generados por lo distintos servicios se resumen en el Cuadro 7.27, como se aprecia los ingresos totales en el año 2000 alcanzaron los MM\$ 7.264, con un incremento del 28% en relación a 1999. De estos, el 51% lo aporta el servicio de cercanías, con un total de MM\$ 3.899, en el Gráfico 1 se muestra la participación de cada servicio en la generación de ingresos.

Cuadro 7.27
 Ingresos Recaudados por Transporte de Pasajeros

Servicios	1999	2000	2001
Largo Recorrido	3.028	3.450	2.591
Cercanías	2.689	3.899	3.794
Regionales	246	275	236
Total Pasajeros	5.962	7.624	6.621

Fuente: Gerencia de Planificación, EFE

Distribución de los Ingresos Recaudados Servicios Alameda al Sur (Año 2000)



En el Cuadro 7.28, se detallan los ingresos que generan los diversos servicios, entre estos destaca Merval con un 24%, lo sigue el servicio de Metrotren con un 23%, correspondiendo al servicio entre Alameda – Chillán al tercero de mayor importancia con un 19% del total.

Cuadro 7.28
Ingresos Generados por el Transporte de Pasajeros

Servicios	1999	2000	2001
Largo Recorrido	3.028	3.450	2.591
Alameda - Chillán - Alameda	1.254	1.454	1.050
Alameda - Concepción - Alameda	562	645	458
Alameda - Temuco - Alameda	1.212	1.351	1.084
Cercanías	2.443	3.623	3.557
Merval	1.035	1.834	1.514
Metrotren	1.397	1.729	2.002
Biotren	11	60	41
Regionales	246	275	236
Talca - Constitución - Talca	55	59	47
Corto del Laja	191	217	190
Total Ingresos	5.717	7.624	6.621

Fuente: Gerencia de Planificación, EFE

Estimación de Costos

En los Cuadros 7.28 al 7.31, se muestran los costos unitarios de operación, la unidades de TKBC y Trenes- Km mensuales y los Gasto de Administración y Ventas respectivamente, asociados al transporte de pasajeros. Para la estimación de los costos unitarios de operación se revisaron los estudios realizado por EFE¹⁰¹ y por empresas consultoras para SECTRA¹⁰².

Cuadro 7.29
Estimación de Costos Unitarios de Operación

Item	Unidad	Monto
Mantenimiento	\$/tren km	1184
Energía	\$/tkbc	0,766
Personal	\$/tren km	228
Otros	\$/tren km	154

Fuente: Ver Nota al Pie (1) y (2).

Cuadro 7.30
TKBC y Tren-Km asociado al Transporte de Pasajeros año 2000

Mes	TKBC	Tren-KM
Ene	133.524.569	422.452
Feb	126.611.730	396.204
Mar	109.222.138	395.214
Abr	103.341.901	371.966
May	100.144.570	388.278
Jun	89.811.197	361.792
Jul	87.377.937	357.475
Ago	97.988.210	383.554
Sep	105.574.293	374.443
Oct	115.520.505	417.309
Nov	104.791.857	382.437
Dic	115.020.406	413.117
Total	1.288.929.313	4.664.241

Fuente: Anuario Estadístico 2000 EFE.

¹⁰¹ Estudio “Mejoramiento Servicio Santiago – Temuco”, Gerencia de Planificación y Desarrollo de EFE, 2000.

¹⁰² Estudio “Análisis y Desarrollo Evaluación Sistema Transporte Interurbano XI Etapa”, CIS Asociados S.A., 2000.

Cuadro 7.31
Egresos por Remuneraciones de Personal

Item	(MM\$ de 2000)
Mano de Obra Directa	3.289
Tracción	822
Trabajadores Calificados	1.671
Operarios Semi Calificados	463
Operarios No Casificados	333
Gastos de Administración y Ventas	5.912
Profesionales y Directivos Superiores	1.989
Técnico Universitario	556
Técnico No Universitario	140
Administrativos Oficina	762
Administrativos Tráfico	1.853
Vigilante Privado	611

Fuente: Gerencia de Recursos Humanos, EFE

Para completar el flujo de caja asociado a la operación del transporte de pasajeros se estimo para el ítem Gastos Generales un 30% del total de los gastos de administración y ventas¹⁰³.

Por tanto el flujo de operación resultante para el transporte de pasajeros en el año 2000 asciende a MM\$ -11.885,7, ver Cuadro7.32.

¹⁰³ Según Estudio “Análisis y Desarrollo Evaluación Sistema Transporte Interurbano XI Etapa”, CIS Asociados S.A., 2000.

Cuadro 7.32
Flujo de Operación Estimado para el Transporte de Pasajeros Año 2000 (MM\$ del 2000)

Descripción	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Sep-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00	Total
Ingresos de la Operación	881,2	905,9	572,6	534,1	492,3	431,2	483,2	487,3	583,7	708,2	624,3	838,3	7.548,0
Pasajeros													
Largo Recorrido													
Alameda-Chillán-Alameda	176,1	172,8	106,8	98,9	87,4	89,6	84,7	86,5	118,1	152,2	119,0	161,9	1.454,0
Alameda-Concepción-Alameda	88,2	79,3	45,6	45,0	42,3	36,7	34,6	40,4	52,1	62,8	48,5	69,3	644,8
Alameda-Temuco-Alameda	267,4	305,3	86,4	82,2	56,2	49,9	53,4	48,9	89,7	88,8	80,6	142,6	1.351,4
Servicios Regionales													
Talca-Constitución-Talca	7,5	9,7	4,9	4,4	4,4	2,4	3,2	3,1	3,4	4,9	4,9	5,8	58,6
Corto del Laja	25,8	25,0	18,3	16,4	14,5	10,1	14,8	13,7	17,3	18,7	18,3	23,9	216,8
Servicio de Cercanías													
Merval	138,1	147,2	156,9	142,3	154,2	116,8	149,5	148,4	144,2	175,6	166,6	194,0	1.833,8
Metro Tren Santiago - Rancagua	133,3	126,1	130,4	127,1	118,4	114,2	131,9	129,0	143,3	190,2	165,7	219,5	1.729,1
Vitoreen	11,5	6,2	5,7	5,8	5,2	3,7	4,0	3,1	3,5	4,3	4,1	3,2	60,3
Autotren													
Alameda-Concepción-Alameda	3,3	3,4	2,9	4,2	4,6	4,0	2,9	3,5	3,2	3,7	3,1	2,9	41,7
Alameda-Temuco-Alameda	27,2	30,9	9,9	7,8	5,1	3,8	4,2	4,3	7,5	6,7	6,9	13,5	127,8
Servicios Especiales	2,8	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	1,4	0,3	6,6	1,7	24,0
Equipajes													5,7
Egresos de la Operación	1.066,3	1.011,4	967,5	909,0	928,0	845,0	849,4	913,8	914,7	1.011,7	928,6	1.000,3	11.345,7
Mano de Obra Directa	340,8	323,1	278,7	263,7	255,6	229,2	223,0	250,1	269,4	294,8	267,4	293,5	3.289,3
Mantenimiento de Trenes	500,2	469,1	467,9	440,4	459,7	428,4	423,3	454,1	443,3	494,1	452,8	489,1	5.522,5
Energía	88,3	88,5	78,3	75,3	73,0	63,4	63,7	70,2	76,4	83,5	76,3	85,0	922,0
Costos Explotación Merval	137,0	130,7	142,5	129,5	139,7	124,1	139,4	139,4	125,6	139,3	132,0	132,7	1.612,0
Margen Bruto de Explotación	-185,1	-105,5	-394,9	-374,9	-435,7	-413,8	-366,2	-426,5	-331,0	-303,5	-304,3	-162,0	(3.797,7)
Gastos de Administración y Ventas	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	492,7	5.912
Gastos de Adm y Ventas Merval	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	396
Gastos Generales	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	147,81	1.774
Margen de Operación	-858,6	-779,1	-1.068,4	-1.048,4	-1.109,2	-1.087,3	-1.039,7	-1.100,0	-1.004,5	-977,1	-977,8	-835,6	(11.885,7)

Fuente: Elaboración Propia.

Para estimar el valor presente de los flujos de operación asociados al transporte de pasajeros, se estima un crecimiento del 3% anual en relación a los ingresos y de un 1,5% para los costos de operación, lo cual estimado a una tasa de descuento del 12%, en un periodo de 20 años asciende a MMUS\$ -165, lo cual de acuerdo a metodología es el máximo retorno al capital.

Posteriormente, el retorno al capital estimado se asigno proporcionalmente entre los diferentes activos según sea su participación en el valor libro de la empresa, lo cual permite obtener la proxy de la disposición a pagar por la infraestructura ferroviaria, por lo que dicho proxy asciende a los MMUS\$ -75, ver Cuadro 7.33.

Cuadro 7.33.
Distribución del Retorno de Capital en el Activo Fijo Neto

Activo	\$	% del Total del Activo Fijo Neto	Disposición a Pagar
Edificios y Construcciones	5.098.553.598	1,95%	-3.256.088,131
Infraestructura de la Vía	5.496.004.365	2,10%	-3.509.912,024
Superestructura de la Vía	91.586.269.081	34,98%	-5.8489.718,3
Líneas de Contacto	7.680.815.596	2,93%	-4.905.197,526
Sub Estaciones Electricas	4.630.926.098	1,77%	-2.957.447,286
Señalización	1.784.621.607	0,68%	-1.139.712,493
Comunicaciones	1.255.809.868	0,48%	-801.997,5718
Total Cuentas	117.533.000.213	44,89%	-75.060.073

Fuente: Elaboración Propia en base a Cuentas del Activo de EFE

- Usuarios de la Línea.

Particularmente y según descrito en la metodología los usuarios de la línea corresponde al arriendo del Ferrocarril Arica - La Paz. Esta concesión fue otorgada por 25 años, desde 1997, en donde por concepto de operación el primer año se cancelaron UF 1.703 semestrales, el segundo UF 2.555 semestrales llegando al 2000 a UF 3.407 semestrales manteniéndose dicho valor hasta el término de la concesión. Los ingresos generados

por arriendo de Maestranza y Oficinas sus valores se mantienen hasta el final de la concesión, ver Cuadro 7.34.

Cuadro 7.34
Ingresos por Arriendo Tramo Arica - La Paz Año 2000

Item	Unidad	Monto	Monto Anual	
			Nominal	US\$
Operación	UF/semestre	3.407	6.814	108.826.121
Maestranza	UF/mes	230	2.760	44.079.850
Oficinas	US\$/mes	2.600	31.200	19.221.384
Total				172.127.355

Fuente: Administrador Contrato Arica – La Paz.

Por lo que el valor presente del arriendo Arica – La Paz, con una tasa de descuento del 12% a 20 años asciende a UF 71.682.

En función a los puntos desarrollados anteriormente se estima que el valor marginal de la disposición a pagar por el uso de la infraestructura ferroviaria asciende a MMUS\$ -6, ver Cuadro 7.35.

Cuadro 7.35.
Estimación Valor Presente Uso de la Infraestructura Ferroviaria

Usuario	MMUS\$
<i>Transporte de Carga</i>	<i>65</i>
<i>Transporte de Pasajeros</i>	<i>-75</i>
<i>Usuarios de la Línea</i>	<i>4</i>
Total	-6

Fuente: Elaboración Propia.

7.3. Valor Económico de Obras Ferroviarias

De acuerdo a la metodología planteada para estimar el valor económico social de la operación ferroviaria en sus modos pasajeros y carga corresponderá al beneficio económico privado más las externalidades asociadas al uso de los terrenos ubicados en las cercanías de las estaciones en conjunto con aquellas asociadas al ahorro en número de accidentes por la operación del tren.

7.3.1. Beneficio Económico Privado.

A partir de los estados de resultados operacionales se estimaron los flujos de caja operacionales de EFE. Como se aprecia en el cuadro, los ingresos provienen de tres fuentes principales ya sea por transporte de pasajeros, contratos con los porteadores de carga y otros ingresos diversos, tales como arriendos de estaciones, venta de activos prescindibles entre otros. Si bien sólo se dispone de la evolución de los ingresos generados por el transporte de pasajeros por concepto de ventas de pasajes en el periodo 1991 – 2000 se obtuvo una tasa de variación promedio de 6% anual con la cual se proyectaron dichos ingresos a un periodo de 20 años.

Por otra parte dentro el resto de los ingresos generados por EFE a través de los porteadores de carga, se optó por dejar fijo esta cifra debido a la incierta evolución del transporte de carga, lo cual se explica por la deuda acumulada de FEPASA con EFE, en el caso del contrato de TRANSAP – EFE solo se obtuvo del administrador del contrato una estimación ingresos por este concepto.

Los gastos de operación se describen como el consumo de materiales, gastos en personal, desahucios e indemnizaciones, mantención y reparación, transporte y fletes, y otros. De estos, para consumo de materiales, mantención y reparación de vías, y transportes se proyectaron con un incremento del 6% y 8% anual respectivamente.

Por el lado de los gastos de administración y ventas estos se obtuvieron de los estados de resultados del año 2000 proyectándolos con un incremento anual del 2% según estimaciones del consultor.

Por tanto al considerar los supuestos recién descritos el valor presente de los flujos de operación privados de EFE asciende MMUS\$ -96, considerando un periodo de evaluación de 20 años con una tasa de descuento del 12%, el flujo de operación se aprecia en el Cuadro 7.36.

Cuadro 7.36
Flujo de Operación (M\$ de 2000)

Ingresos de la Operación	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pasajes	7.125	7.553	8.006	8.486	8.995	9.535	10.107	10.713	11.356	12.038	12.760	13.525	14.337	15.197	16.109	17.075	18.100	19.186	20.337	21.557
Equipaje	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	13	14	14	15	16	17
Arriendo de Vías	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
Otros Arriendo	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203	7.203
Ingresos diversos	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966	3.966
Trabajos a Terceros																				
Sub Total Ingresos	18.451	18.879	19.332	19.813	20.322	20.862	21.435	22.042	22.685	23.367	24.090	24.856	25.668	26.529	27.442	28.409	29.434	30.521	31.673	32.895
Gastos de la Operación																				
Consumo de Materiales	1.057	1.120	1.188	1.259	1.334	1.415	1.499	1.589	1.685	1.786	1.893	2.007	2.127	2.255	2.390	2.533	2.685	2.846	3.017	3.198
Gastos en Personal	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048	10.048
Desahucios e Indemnizaciones	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386
Mantenimiento y Reparación	5.874	6.226	6.600	6.996	7.416	7.861	8.332	8.832	9.362	9.924	10.519	11.151	11.820	12.529	13.281	14.077	14.922	15.817	16.766	17.772
Transporte y fletes	39	41	44	46	49	52	55	59	62	66	70	74	78	83	88	93	99	105	111	118
Otros	75	77	82	87	92	98	103	110	116	123	131	138	147	155	165	175	185	196	208	220
Sub Total Gastos	17.479	17.899	18.347	18.822	19.325	19.859	20.424	21.024	21.659	22.333	23.047	23.803	24.606	25.456	26.357	27.313	28.325	29.399	30.537	31.743
Margen de Operación	972	979	985	991	997	1.004	1.011	1.018	1.026	1.034	1.043	1.053	1.063	1.073	1.085	1.096	1.109	1.122	1.137	1.152
Gastos de Administración y Ventas	7.864	8.021	8.182	8.345	8.512	8.682	8.856	9.033	9.214	9.398	9.586	9.778	9.973	10.173	10.376	10.584	10.796	11.011	11.232	11.456
Resultado de la Operación	-6.892	-7.042	-7.197	-7.355	-7.515	-7.679	-7.846	-8.015	-8.188	-8.364	-8.543	-8.725	-8.911	-9.100	-9.292	-9.487	-9.686	-9.889	-10.095	-10.305

Otros: Corresponde a un ajuste para obtener el diferencial entre la información proporcionada por EFE y lo presentado en la FECU.

Fuente: Elaboración Propia en base a Estado de Resultado de EFE del año 2000.

7.3.2. Estimación de Externalidades.

En primera instancia se desarrolló la externalidad asociada a la presencia de la estación de trenes en una determinada localidad, se pretende valorar la incidencia de ésta en el valor de las propiedades o terrenos, ya sea para uso industrial, habitacional o comercial que se encuentren cerca o aledaños con aquellos que se ubiquen en un radio de 500 m² de distancia. Conviene señalar que el término estación de trenes, corresponde al “recinto estación” como lo define EFE, la cual incluye edificio estación, bodegas, patios de maniobras, andenes, lugares de acopio, etc., por tanto las consultas realizadas a corredores de propiedades ha sido bajo esta perspectiva.

Para las estaciones ubicadas en ciudades urbanas o principales ciudades del país, se percibe la externalidad de la ubicación de la estación, siendo la gran mayoría efectos positivos en cuanto al valor del terreno, considerando la principales ciudades del país de Alameda al Sur, y evaluando sus externalidades tanto positivas como negativas en el área de influencia definida, se estima que la externalidad por este concepto asciende a los MMUS\$ 192, ver Cuadro 7.37.

Conviene destacar que solamente en las ciudades de San Fernando, Linares y Concepción se obtuvo un valor negativo de dicha externalidad, esto se explica principalmente al alejamiento a medida que pasa el tiempo de los centros urbanos y comerciales de las estaciones de trenes, lo cual ha influido directamente en el precio de las propiedades. En particular, para la estación de trenes de Concepción hoy en día existe un proyecto de recuperación de la ribera norte del río Bío Bío, donde EFE vendió dicha estación al Ministerio de Obras Publicas, encontrándose hoy en día un proyecto de desarrollo tanto inmobiliario y comercial como de edificios públicos, en los alrededores de esta zona, las cifras obtenidas han sido consideradas restando un porcentaje (alrededor del 15% según recomendación de corredores de propiedades), al valor de las propiedades en sectores aledaños a la estación, las que ha aumentado los valores de las propiedades siendo una externalidad más bien provocada por dicho proyecto a que la generada por la ubicación de la estación de trenes.

Cuadro 7.37
Estimación de Externalidades Asociadas a las Estaciones de Trenes

Estación	Promedio Valores por m ²			Valor Externalidad	
	Cerca	Lejos	Dif.	UF	\$ de Junio de 2001
Rancagua	3,3	1,9	2	1.413.000	22.489.406.910
San Fernando	2	4	-2	-1.413.000	-22.489.406.910
Curicó	14,7	9,7	6	4.239.000	67.468.220.730
Talca			3	2.119.500	33.734.110.365
Linares	4	9	-5	-3.532.500	-56.223.517.275
Chillán	9	6	3	2.119.500	33.734.110.365
Concepción	37,5	34,5	-3	-2.119.500	-33.734.110.365
Temuco	23	21	2	1.413.000	22.489.406.910
Valdivia	3,3	2	1,5	1.059.750	16.867.055.183
Osorno	3	2,3	1,5	1.059.750	16.867.055.183
Puerto Montt	3	2,3	1,5	1.059.750	16.867.055.183
Total				7.418.250	118.069.386.278

Fuente: Elaboración Propia, según valores consultados a corredores de propiedades en la diversas zonas que se presentan.

Por otra parte, también se debe considerar la externalidad que genera la estación de trenes en ciudades rurales, mediante el método anterior y de acuerdo a las indagaciones realizadas vía telefónica en las diferentes estaciones en operación de Alameda al sur, ha resultado muy difícil obtener valores de terrenos en esta localidades debido a la no residencia de corredores de propiedades y si existe en alguna ciudad no informó debido que este tipo de consultas provoca ciertas especulaciones en el precios de éstas, aún así, de acuerdo a consultas realizadas a los encargados de las estaciones en cuanto al tipo de propiedades que circundan las estación con aquellas que no están en su área de influencia, se estimó que dicha diferencia (entre los valores de los terrenos o propiedades que se encuentran dentro del área de influencia de la estación con aquellas que se encuentran fuera) es mínima y despreciable para la magnitud de los valores obtenidos en ciudades urbanas, por esto se abstuvo de considerar dicha externalidad.

La segunda externalidad a estimar corresponde a la sustitución del transporte carretero por transporte ferroviario, en cuanto a determinar el ahorro por costos en accidentes, lo cual supone que el transporte ferroviario presenta mayor seguridad evitando accidentes en carreteras, ya sea por sustitución de pasajeros en automóviles y en buses.

Para valorar dicha externalidad se consideró el tramo Santiago – Temuco, tanto para el transporte ferroviario como carretero. De acuerdo a la metodología planteada, en primera instancia corresponde determinar la cantidad de pasajeros – kilómetros recorridos en ambas modalidades de transporte, para el caso de EFE estos se obtuvieron de los anuarios estadísticos, ver Cuadro 7.38, el cual presentó en el año 2000 un incremento del 6,6% en relación al año anterior con un total de MPax-km 552 tanto para los tramos entre Alameda – Temuco y Alameda – Rancagua – San Fernando.

Cuadro 7.38
Pasajeros Kilómetros por Año (Miles de Unidades)

Tramo	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Alameda-Temuco	901.818	769.980	716.228	571.027	445.993	402.966	342.069	271.851	364.098	385.655
Metrotren	44.319	81.704	78.995	87.952	91.399	92.055	84.916	122.682	153.311	166.127
Total	946.137	851.684	795.223	658.979	537.392	495.021	426.985	394.533	517.409	551.782

Fuente: Anuario Estadístico EFE año 2000.

En cambio para el tráfico en carretera, la cifra de pasajeros kilómetros en igual tramo se estimó mediante de la siguiente manera, de los estudios de tránsito para los tramos respectivos en la Ruta 5 Sur, para cada tramo se obtuvieron los datos correspondientes al tránsito medio anual total para subtramos, luego se consideró la partición modal del transporte en cada subtramo, esto es, porcentaje vehículos livianos, buses, camiones de dos ejes y de más de dos ejes. A la vez se estima una tasa de ocupación de cada vehículo, lo cual al multiplicarlo por la longitud real del subtramo se obtiene el total de pasajeros kilómetros en dicho subtramo y posteriormente al sumarlos se tiene el valor de pasajeros kilómetros para el tramo, ver Cuadro 7.39. El detalle de los cálculos se presenta en Anexo 5.2.

Cuadro 7.39.
Estimación de los Pasajeros Kilómetros por tramo de la Ruta 5

Acceso Sur a Stgo	Pax-km	Longitud	Pax-km día ponderado
Santiago-Talca	18.908.236	193	3.649.289.493
Talca-Chillán*	22.689.883	150	3.403.482.429
Chillán-Collipulli	4.715.818	161	759.246.698
Collipulli-Temuco	6.233.521	114,5	713.738.199
Totales	52.547.458	618,5	8.525.756.819

Fuente: Elaboración propia en Base a datos de los Estudios de Tránsito respectivos.

*: Para el caso del tramo Talca – Chillán al no disponer del estudio de tránsito se aproximó dicha cifra en función del tramo Santiago – Talca aumentándolo en un 20%.

Por lo tanto para la Ruta 5 Sur, entre Santiago y Temuco, de acuerdo a los datos extraídos de los estudio de tránsito se estima en el año 1996 el total de pasajeros kilómetro asciende a los 5.032 millones, lo cual reajustado al año 2001, asciende a los 5.635 millones de pasajeros kilómetro, ver Cuadro 7.40.

Cuadro 7.40
Estimación de Coeficientes de Muertos y Lesionados en Carreteras y Ferrocarriles.

Nº Accidentados	Ruta 5 Sur	Ferrocarriles (Transp.. Pax)
Muertos ⁽¹⁾	184	2
Lesionados ⁽¹⁾	1416	132
Pax Km (2000)	5.635.132.397	551.782.000
Muertos/M Pax-km	3,26523E-05	3,62462E-06
Lesionados/M Pax-km	0,000251281	0,000239225

Fuente: Elaboración Propia

⁽¹⁾: Fuente Conaset

Una vez obtenidos los coeficientes de muertos y lesionados en ambos modos de transportes se procede a estimar el ahorro en número de muertos y lesionados por la operación ferroviaria, dicho valor se obtiene del diferencial de entre los coeficientes respectivos multiplicados por los miles de pasajeros kilómetro de ferrocarriles, lo cual resulta en un ahorro total de 16 personas muertas y de 7 personas lesionadas, generando un ahorro total de MUS\$ 548, considerando cifras de CONASET en donde el costo de una persona muerta en accidente carretero asciende a las UF 1250, un lesionado asciende a los 178 UF.

Por lo tanto el valor económico social de la operación ferroviaria asciende a los MMUS\$ 97, la cual se resume en el Cuadro 7.41.

Cuadro 7.41.
Estimación del Valor Económico de la Operación Ferroviaria.

Descripción	Estimación MUS\$
Beneficio Privado	-96.000
Externalidad Estaciones de Trenes	192.000
Externalidad Ahorro por Muertos y Lesionados	548
Total	96.548

Fuente: Elaboración Propia.

8. Valoración Metro

8.1. Valor de Reposición Metro

8.1.1. Metodología de Valoración

La infraestructura del Metro para la cual se estimará su valor de reposición será la siguiente: i) estaciones; ii) túneles; iii) líneas; y iv) edificios. A continuación se detalla la metodología de evaluación de cada uno de estos activos:

8.1.1.1. Estaciones

El costo de construcción de las estaciones, y por ende su valor de reposición, depende básicamente de la profundidad donde ésta se ubique: a mayor profundidad mayor costo. En consecuencia, las estaciones deberán ser agrupadas en función de dicha variable, empleando para tales fines la clasificación empleada actualmente por el Metro: i) acceso; ii) mesanina; y iii) andén. El nivel acceso corresponde a la estación menos profunda, seguido por mesanina y, finalmente, andén corresponde a la más profunda. Cabe indicar que para agregar las estaciones en las diferentes categorías, éstas se expresarán en total de metros cuadrados construidos.

Posteriormente, con el fin de valorizar la superficie construida en estaciones, se empleará como referente el costo unitario de las estaciones construidas en la Línea 5. Esto, ya que dicha línea entró en operaciones a finales de los noventa y, en consecuencia, se asume que dichos costos son relativamente representativos de la tecnología actual para la construcción del Metro¹⁰⁴.

¹⁰⁴ Es necesario indicar que la línea 1 fue puesta en servicio en 1975 y la línea 2 en 1978. Motivo por el cual el valor libro de las estaciones de dichos tramos probablemente no guarde relación alguna con el valor de reposición real de las estaciones.

A modo de resumen, en el Cuadro 7.1 se presenta la información y metodología de cálculo que se empleará para estimar el valor de reposición de las estaciones del Metro.

Cuadro 7.1
Valor de Reposición de las Estaciones del Metro

Tipo de Estación	(a) Valor de Reposición Unitario US\$/mtr2	(b) Construcción Mtr2	(a)*(b) Valor de Reposición US\$
Acceso Mesanina Andén	Inversión promedio por categoría de estación en Línea 5	Metros cuadrados construidos de todas las estaciones según categoría (acceso, mesanina, andén)	

8.1.1.2. Túneles

Los túneles pueden ser clasificados en dos grandes grupos: i) subterráneos y ii) en altura. Cabe señalar que esta clasificación si bien permite capturar gran parte de la diferencia en los costos de construcción de los túneles, no es exhaustiva – por ejemplo, no controla el costo por profundidad, dureza del terreno, etc. -. Sin embargo, no se dispone de información más detallada que permitiese afinar aún más la estimación del valor de reposición de los túneles.

Habida consideración de lo anterior, empleando un método de cálculo similar al caso anterior, los túneles fueron agrupados en subterráneos y en altura, empleando como unidad de agregación los metros lineales¹⁰⁵. En tanto que los valores unitarios empleados también se estimarán en base a las inversiones realizadas en la Línea 5 del Metro.

¹⁰⁵ Las dimensiones de alto y ancho de los túneles se encuentran altamente estandarizadas, por ende la agregación de los túneles en metros lineales es apropiada.

El Cuadro 7.2 presenta de modo resumido las estimaciones a realizar.

Cuadro 7.2
Valor de Reposición de los Túneles del Metro

Tipo de Túnel	(a) Valor de Reposición Unitario US\$/mtr	(b) Construcción Mtr	(a)*(b) Valor de Reposición US\$
Subterráneo En Altura	Inversión promedio en Línea 5 por categoría de túnel	Total de metros de túnel por categoría de túnel	

Fuente: Elaboración propia.

8.1.1.3. Líneas

El costo de las líneas del Metro, a diferencia de los túneles y estaciones, no varía dependiendo de la profundidad o condiciones del subsuelo, por ende, para estimar su valor de reposición se propone lisa y llanamente contabilizar el total de metros de líneas instaladas y valorizarlas en base al costo promedio de las líneas de la Línea 5 del Metro.

8.1.1.4. Edificios

Los edificios de propiedad del Metro son los edificios destinados a la administración, talleres y sub estaciones. Cabe señalar que estos representan una proporción bastante pequeña de los activos totales del Metro – menos del 5% ¹⁰⁶ y, además, éstos cuentan con una alta heterogeneidad en los tipos de construcción. Las implicancias de lo anterior son directas: una estimación bastante precisa del valor de reposición de los edificios es altamente compleja y aportaría marginalmente a la estimación del valor de reposición total de la infraestructura. En consecuencia, se empleó como proxy del valor de reposición, una estimación del valor comercial de los edificios y maestranzas.

¹⁰⁶ Estimación realizada en base a los Balances de Metro.

8.1.2. Estimación Valor de Reposición Metro

8.1.2.1. Estaciones

Tal como se especificó en el catastro (Ver Anexo 6), Metro cuenta con un total de 52 estaciones emplazadas en una red de mas de 40,3 km de longitud y en su conjunto abarcan una área total de 220.430,70 m² construidos.

Del total de estaciones, se pueden diferenciar dos grupos principales, Estaciones Subterráneas y en Altura -Viaducto y Superficie-. Esta diferenciación se debe principalmente a sus costos de construcción, ya que de acuerdo a los antecedentes entregados por personal de Metro S.A., esta es una variable a considerar el momento de calcular los costos de reposición en US\$/m². Por otro parte, para el caso de las estaciones subterráneas, el cálculo o la obtención de la variables, que indique un costo en US\$/m² construido, depende de cada uno de los niveles que compone una estación: acceso, mesanina y andén.

Como algunos antecedentes aún no han sido enviado por Metro S.A., el consultor realizó una estimación de los costos de reposición, utilizando los valores de construcción -actualizados- de la Línea 5, pero sin contabilizar su respectiva depreciación. De esta forma fue posible obtener un costo unitario (US\$/m²), dependiendo del emplazamiento de la estación pero, obviando el costo por nivel.

De esta forma y a pesar de la falta de datos oficiales¹⁰⁷, se confeccionó el Cuadro 7.3 que refleja la estimación de los costos de reposición de las 52 estaciones del Metro S.A. Como resultado se obtuvo, que las estaciones en altura y de superficie alcanzan un valor de US\$ 707,52 por m² construido, y que las estaciones subterráneas alcanzan un valor por m² construido de US\$ 1.557,97. De esta forma el costo estimados de reposición de las estaciones, ascendería a los MMUS\$ 326.96.

¹⁰⁷ Cabe destacar que a pesar de haber solicitado oportunamente los costos de reposición promedio de las obras de infraestructura de Metro, estos no fueron proporcionados por la empresa.

Cuadro 7.3
Valor de Reposición para Estaciones del Metro

Tipo de Estación	(a) Valor de Reposición Unitario US\$/mtr2	(b) Construcción Mtr2	(a)*(b) Valor de Reposición US\$
	Inversión promedio por categoría de estación en Línea 5	Metros cuadrados construidos de todas las estaciones según categoría (acceso, mesanina, andén)	
Subterránea	1.557,97	168.232,10	290.028.248,88
Viaducto Superficie	707,52	52.198,60	36.931.396,50
TOTAL		220.430,70	326.959.645,37

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.2. Túneles

Debido a la falta de información, el proceso de estimación de los valores de reposición de los túneles de la red Metro, se realizó en base a los valores libro, sin depreciación, facilitados por esta entidad.

De esta forma los túneles o vías de conexión entre estaciones, además de o los terminales ubicados en los extremos de cada línea, se clasificaron en tres grupos dependiendo de su ubicación respecto del nivel del suelo, *Subterráneas, Abiertas y en Viaductos*.

Como la Línea 5, cuenta con parte de estos antecedentes, se supuso, que los viaductos y los túneles de superficie de esta línea, se comportan de forma similar, al momento de calcular sus costos por metro de extensión.

De esta forma, los costos promedios por metro lineal calculados¹⁰⁸ para los túneles de la Línea 5 ascienden a US\$ 5.977,94 en el caso de Viaductos y túneles de Superficie, para el caso de Túneles Subterráneos, esta cifra se eleva a los US\$ 15.797,09.

¹⁰⁸ En base a 12,5 Km de Viaductos y Túneles de superficie, y 21 Km de Túneles subterráneos.

Por esta razón en el Cuadro 7.4, se entrega un detalle de los túneles que componen la Red Metro de Santiago.

Cuadro 7.4
Valor de Reposición para Túneles del Metro

Tipo de Túnel	(a) Valor de Reposición Unitario US\$/mtr	(b) Construcción Mtr	(a)*(b) Valor de Reposición US\$
	Inversión promedio por categoría de estación en Línea 5	Metros cuadrados construidos de todas las estaciones según categoría (acceso, mesanina, andén)	
Subterránea	15.797,09	21.078,17	74.292.844,44
Altura	5.977,94	12.427,83	332.973.676,21
TOTAL			407.266.520,65

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.3. Líneas

Al igual que en los puntos anteriores, la falta de información por parte de Metro S.A., se repite, y a pesar de eso, fue posible calcular el costo unitario de las líneas, a partir del valor libro de acuerdo a los antecedentes disponibles de la línea 5, esto no debería presentar grandes diferencia, respecto de los valores que podría haber proporcionado Metro, debido a la cercanía en el tiempo de la realización de estas obras. Además se debe tener presente que las vías no varían en cuanto a su tecnología y tampoco respecto de la altura o profundidad del túnel, por lo tanto sus costos por metro lineal, fueron considerado como el valor actual del activo, sin contar su depreciación, de acuerdo a los antecedentes contables proporcionados por Metro S.A., a partir de la Línea 5 y dividido por la longitud de ésta. Este costo, fue calculado en US\$ por metro lineal, pero no como una sola vía, sino como metro lineal de doble vía.

De esta forma y de acuerdo a nuestra muestra, el costo por metro lineal de doble vía ascendería a los US\$3.202,10. Ver Cuadro 7.5.

Cuadro 7.5
Valor de Reposición para Vías del Metro

	(a) Valor de Reposición Unitario US\$/mtr	(b) Construcción Mtr	(a)*(b) Valor de Reposición US\$
	Inversión promedio por doble vía de la Línea 5	Metros lineales de doble línea construidos de toda la red Metro S.A.	
Total Líneas	3.202,10	40.346	129.192.054

8.1.2.4. Edificios.

Tal como se definió en la metodología de valoración, para el caso de edificios se evaluó considerando su valor comercial de este tipo de infraestructura. Para lo cual se realizó un estudio de los promedios de estos de acuerdo a su ubicación, a el tipo de edificación y por último a su uso.

De acuerdo a esto, el valor de reposición de los edificios, asciende a unos US\$ 83,0 Millones.

El detalle de cada una de las partidas consideradas se observa en el Cuadro 7.6.

Cuadro 7.6
Valor de Reposición para Edificios del Metro

		Terreno	Construidos	Construcciones	Terreno	Construcciones	Terreno	Total	Total
		m2	m2	UF/m2	UF/m2	UF	UF	UF	US\$
Avda. Dorsal N°6252 - Lo Prado	Oficinas, Galpones	230,000	50,050	10,0	0,80	500,500	184,000	684,500	17.744,935
Avda. San Eugenio 919 - Nuñoa	Oficinas, Galpones	61,420	16,176	10,0	12,50	161,760	767,750	929,510	24.096,559
Callejón Lo Ovalle N° 092 - La Cisterna	Oficinas, Galpones	61,963	22,852	10,0	3,31	228,520	205,098	433,618	11.241,074
Avda. Libertador Bdo. O'Higgins 1414	Oficinas, Bodegas	8,981	15,550	25,0	12,50	388,750	112,263	501,013	12.988,217
Alonso Ovalle N° 1409	Oficinas		1,542	30,0		46,260		46,260	1.199,241
Alonso Ovalle N° 1419	Oficinas		386	30,0		11,580		11,580	300,199
Alonso Ovalle N° 1431	Oficinas		1,010	30,0		30,300		30,300	785,495
Avda. Libertador Bdo. O'Higgins 1426	Oficinas		1,579	30,0		47,370		47,370	1.228,017
Avda. Libertador Bdo. O'Higgins 1436 y 14	Oficinas, Cacino		1,653	30,0		49,590		49,590	1.285,568
Lord Cochrane 59-79	Edificio Operativo SEAT		18,720	25,0		468,000		468,000	12.132,403
		362,364	129,518			1.932,630	1.269,110	3.201,740	83.001,708

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.5. Resultado del Valor de Reposición de Metro.

De acuerdo al Cuadro 8.7, el valor de reposición estimado para las obras de Metro, ascendería a MMUS\$ 907,16.

Cuadro 8.7
Valor de Reposición de las Obras de Metro S.A.

Obras	Costo Reposición En MMUS\$
Estaciones	326,96
Túneles	407,27
Líneas	129,19
Edificios	83,00
Total	946,42

Fuente: Elaboración propia.

8.2 Valor Marginal Metro

Para determinar el valor marginal de la infraestructura del Metro se deben considerar:

a) los pagos recibidos por parte de los locatarios que se ubican en las estaciones del Metro; b) los pagos recibidos por concepto de publicidad al interior del metro; y c) cuál sería el monto de lo que estaría dispuesto a pagar el Metro si es que tuviese que “auto arrendarse” la infraestructura.

Los puntos (a) y (b) corresponden a los ingresos recibidos por concepto de arriendo y publicidad, los cuales se obtienen de los estados contables de la empresa. En tanto que la estimación del punto (c) se realiza de modo similar a lo realizado en el caso de la Empresa de Ferrocarriles del Estado. Es decir, a partir de los estados de resultados operacionales de la empresa se estima el retorno al capital del Metro (ver Anexo 6) y, posteriormente, dicho monto se asigna de modo proporcional a la infraestructura según su incidencia en el total de activos de la empresa.

La estimación del Valor Marginal de las obras de metro, consistió el cálculo del VPN a 20 años con una tasa de descuento del 12%, a partir de los resultados operacionales de Metro S.A..

Esta estimación considera un aumento del 2,07% en las cifras anuales de pasajeros transportados¹⁰⁹, dato que se obtuvo de las estadísticas de Metro, considerando un período de tiempo en el cual las obras de infraestructura permanecieron constantes, es decir entre 1990 y 1996 (Ver Cuadro 8.8)

Cuadro 8.8
Cálculo del Aumento de pasajero en Metro S.A.

Estimación de crecimiento de pasajeros con la misma infraestructura	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio Anual
NºPax/Km de Vías	5679	5697	5881	6014	6119	6100	6540	
Crecimiento 1990 - 1996	0,00%	0,32%	3,23%	2,26%	1,75%	-0,31%	7,21%	2,07%

Fuente: Elaboración propia en base a información de Metro S.A.

Por otro lado, la variación anual considerada para los costos de explotación es de 0,4% mientras que para los gastos de administración y ventas no se considera crecimiento. Luego, la estructura utilizada para calcular el flujo de caja es la que se muestra en el Cuadro 8.9:

Cuadro 8.9
Estructura de Flujo de Caja
Estimación del Valor Marginal de Metro S.A.

	Variación Anual
+ Ingresos Operacionales	+ 2,07%
- Costos de Explotación	+ 0,40%
Margen de Explotación	
- Gastos de Administración y Ventas	0%
Resultado Antes de Impuesto	
- Impuesto	
Resultado después de Impuesto	

Fuente: Elaboración propia

¹⁰⁹ Este dato fue confirmado con Metro, quienes utilizan en sus estudios un aumento estándar del 2,00%

Una vez calculado el valor presente de los flujos de caja así construidos, es necesario descontar el valor económico de los trenes para obtener el valor marginal o disposición a pagar por la infraestructura. El valor económico de los trenes se calculó en base a un valor comercial de referencia de US\$ 1 millón por vagón y una vida útil de 30 años. A este valor comercial se debe descontar la depreciación acumulada y de debe sumar el valor residual que se podría obtener al final de la vida útil y que se estima equivalente a un 20% del valor comercial. Expresando lo anterior en valor presente se obtiene que el valor económico de los vagones es de US\$ 216 millones (Ver Cuadro 8.10).

Cuadro 8.10
Valor Económico de los Vagones

Año	Nº de vagones adquiridos	Años en servicio	Valor Neto de Depreciación US\$	Valor Presente del Valor Residual US\$	Total US\$
1975	138	25	23.000.000	15.660.981	38.660.981
1976	57	24	11.400.000	5.775.595	17.175.595
1981	50	19	18.333.333	2.874.761	21.208.094
1990	9	10	6.000.000	186.600	6.186.600
1996	12	4	10.400.000	126.050	10.526.050
1997	58	3	52.200.000	543.966	52.743.966
1998	74	2	69.066.667	619.665	69.686.332
					216.187.618

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el *valor marginal de la infraestructura de Metro es de US\$ 57 millones* tal como se muestra en el Cuadro 8.11.

Cuadro 8.11
Valor marginal de la Infraestructura del Metro

Item	Monto US\$
Valor presente flujo de caja Metro S.A. (a)	273.170.525
Valor económico de los trenes (b)	216.187.618
Valor Marginal Infraestructura Metro (a) – (b)	56.982.907

Fuente: Elaboración propia

8.3 Valor Económico Metro

El valor económico del Metro se estima como la suma de los siguientes términos: a) beneficio económico privado; b) externalidades positivas en la contaminación y en la congestión en la superficie; y c) externalidades positivas por mejores condiciones de accesibilidad.

El beneficio económico privado se mide como el valor presente de los flujos de caja operacionales del Metro. La información para estimar dichos flujos se obtuvo de los estados contables de la empresa y se complementó con las proyecciones de demanda para la infraestructura actual calculadas en un 2,07%.

En cuanto a las externalidades de contaminación y congestión, éstas corresponden a los beneficios que obtendría la sociedad por el hecho de que el Metro sustituye el transporte de superficie – vehículos – por transporte subterráneo, lo cual, se traduce en un menor movimiento de vehículos en la superficie con la consecuente reducción de la congestión y contaminación de Santiago. Para estimar estas externalidades, se emplean los coeficientes de impacto estimados previamente por Torche (1993)¹¹⁰ junto con las proyecciones de uso calculadas.

Finalmente, las externalidades por concepto de una mayor accesibilidad se estiman a través del aumento del precio de los terrenos cercanos a las estaciones del Metro. Esto implica definir el área de influencia de las estaciones del Metro y estimar el valor comercial de los terrenos “con” y “sin” estación. Para tales efectos, se emplean parte de las estimaciones y procedimientos metodológicos empleados por Anderson y Pérez (1997) en un estudio con fines similares¹¹¹. Más concretamente, en dicho estudio se estimó el impacto promedio de las estaciones de Metro en el valor de los terrenos para

¹¹⁰ Torche A. (1993). “Estimación de los Beneficios Sociales del Metro: Medición de los Beneficios de Descongestión y Descontaminación debido a la Operación del Metro”. Instituto de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile

¹¹¹ Anderson A. y J. Perez (1997). “Influencia de la Existencia de la Línea 2 del Metro en la Plusvalía de los Terrenos Colindantes”. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial de la Universidad de Chile.

una distancia de influencia de la estación de aproximadamente 1.000 mtrs – en torno a 8 cuadras -, dichas estimaciones son las siguientes:

- a) Línea 1= 10,6%
- b) Línea 2= 17,56%
- c) Línea 5= 20,0%.

Tales estimaciones, junto con la determinación del valor comercial de los terrenos en el área de influencia de las estaciones del Metro¹¹², implican para la Línea 1 y Línea 2 aumentos en el valor de los terrenos de UF 83.934.583 y UF 10.015.789, respectivamente. En consecuencia, sólo falta estimar el impacto para la Línea 5. Para proceder a dicha estimación, se calculó el avalúo fiscal de las áreas de influencia de las estaciones de la Línea 5 con el fin de obtener la estimación del valor comercial de los terrenos¹¹³ y, dado un coeficiente de impacto de 20%, se estima la externalidad asociada a la Línea 5 del Metro.

8.3.1 Descongestión y Descontaminación:

En base a los cálculos realizados por Torche (1993), actualizados a pesos de Junio de 2001, se estimó el beneficio generado por Metro en la disminución de la contaminación y de la congestión en las vías de superficie, gracias a la influencia de Metro en el transporte de pasajeros. Para esto, se multiplico el beneficio unitario por el número de pasajeros de Metro en los diferentes horarios y épocas del año¹¹⁴. En efecto, como se observa en el Cuadro 8.12, se estimó¹¹⁵ la cantidad de pasajeros que utilizan este medio de transporte, subdividiéndolos en dos épocas del año, entre marzo a diciembre y el resto del año, y sumándose a este último los días domingos y feriados de baja demanda.

¹¹² El valor comercial se calculó en base al avalúo fiscal del área de influencia ajustado por un factor igual a 2,23 veces, el cual se obtuvo de una muestra donde se comparan las valorizaciones de bancos versus el avalúo fiscal.

¹¹³ Valor comercial = 2,23 * avalúo fiscal.

¹¹⁴ Los horarios son definidos como, Hora Punta AM, Punta PM y No Punta. Estos se distribuyen entre las 7:30 y 9:30 hrs., 18:00 a 20:00 hrs. y el resto del día, respectivamente.

¹¹⁵ En base a los datos del Anexo Estadístico de la Memoria de Metro S.A, 2001.

Cabe destacar que los beneficios calculados por Torche (1993) no incluyen los que generaría la Línea 5 del Metro, por lo tanto, considerando la similitud existente entre los recorridos de la Línea 5 y la Línea 2, se utilizaron los mismos beneficios para ambos casos, tal cual se puede apreciar en el Cuadro 8.13.

Cuadro 8.12
Pasajeros que Utilizan el Metro
Según Horario y Época del año.
(pasajeros / año).

	Marzo a Diciembre					Enero a Febrero y Fin de Semana del Año	TOTAL año 2000
	PUNTA AM	PUNTA PM	NO PUNTA	Día Habil	Total Día Habil	NO PUNTA	
Línea 1	79.709	102.399	346.233	528.341	108.309.905,00	30.296.875	138.606.780,00
Línea 2	27.644	19.840	78.560	126.044	25.839.020,00	9.378.412	35.217.432,00
Línea 5	28.923	22.192	80.737	131.852	27.029.660,00	6.968.694	33.998.354,00
	136.276	144.431	505.530	786.237	161.178.585,00	46.643.981	207.822.566,00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8.13
Beneficios Sociales Indirectos Incrementales por
Descontaminación y Descongestión debida al Metro.
(\$ de Junio 2001 por pasajero)

	PUNTA AM		PUNTA PM		NO PUNTA	
	Descongestión	Descontaminación	Descongestión	Descontaminación	Descongestión	Descontaminación
Línea 1	587	23	862	20	137	20
Línea 2	431	24	439	20	132	21
Línea 5	431	24	439	20	132	21

Fuente: datos actualizados del Estudio Torche (1993).

Luego, en base a la información de los Cuadros 8.12 y 8.13 anteriores se estimó el beneficio total por concepto de descontaminación y descongestión. Tal como se muestra en el Cuadro 8.14 el beneficio social asociado al Metro por concepto de descongestión y descontaminación es de \$ 23.153 millones que equivalen a US\$ 37,6 millones de Junio del año 2001.

Cuadro 8.14
Beneficios Sociales Indirectos Incrementales por
Descontaminación y Descongestión debida al Metro
(cifras en \$ de Junio de 2001)

VALOR ECONOMICO SOCIAL	Marzo a Diciembre					Enero a Febrero y Fin de Semana	Beneficio año 2000
	PUNTA AM	PUNTA PM	NO PUNTA	Día Hábil	Total Día Hábil	NO PUNTA	
Línea 1	46.792.920	2.331.253	298.407.621	10.310.059	14.794.934.383	591.213.937	15.743.990.174
Línea 2	11.912.759	483.948	34.492.988	2.459.626	3.403.506.931	198.261.434	3.651.117.685
Línea 5	12.463.924	541.319	35.448.834	2.572.963	3.560.337.627	147.319.532	3.758.684.199
	71.169.602	3.356.519	368.349.444	15.342.647	21.758.778.943	936.794.903	23.153.792.058

Fuente: Elaboración propia.

8.3.2 Aumento en el Precio de los Terrenos.

En base a los antecedentes proporcionados por Anderson y Pérez (1997), que consisten en identificar la influencia de las líneas del Metro en la plusvalía de los terrenos colindantes¹¹⁶ a esta red de transporte, se estimó la influencia provocada por la línea 5 del metro en los terrenos colindantes a ella. La influencia de las líneas 1 y 2 sobre los terrenos colindantes a ellas se encuentra estimada por Anderson y Perez (1997).

La idea original fue utilizar la metodología planteada por Anderson y Pérez (1997). Sin embargo, al momento de recolectar la información necesaria nos informaron en el SII que los datos de avalúo fiscal disponibles correspondían al año 1995 que es anterior a la fecha de construcción de la línea 5, construida en 1997. Luego, dada esta restricción, fue imposible aplicar la metodología propuesta originalmente.

Dado lo anterior, se decidió estimar el impacto de la Línea 5, en la plusvalía de los terrenos aledaños a ella, a partir de los datos de las Líneas 1 y 2. Para esto se subdividió el recorrido de la Línea 5 en dos tramos, desde Baquedano hacia el Sur (10.535 mt. de Línea) y desde Baquedano hacia el norte (2.505 mt. de Línea), incluyendo esta última los terrenos del centro de Santiago.

¹¹⁶ El estudio de Anderson y Perez (1997) considera como área de influencia una distancia de 1.000 mts en torno a la estación, mas menos 8 cuadras.

Para el primer tramo se utilizó un valor promedio observado de la Línea 2 y para el segundo se utilizó el valor promedio de la línea 1. Esto se fundamenta a la similitud de los entornos entre el primer tramo y la Línea 2, y entre el segundo tramo y la Línea 1. Luego, aplicando estos valores promedios a las distancias de los 2 tramos en los que se dividió la línea 5 se obtiene el beneficio por incremento de valor en terrenos aledaños a la línea 5. El Cuadro 8.15 muestra el incremento de valor en terrenos aledaños asociado a las líneas 1, 2 y 5. Ahí se observa que el incremento total de valor es de US\$ 3.333 millones destacándose el aumento absoluto en el valor de los terrenos aledaños a la línea 1 (US\$ 2.175 millones) y el aumento porcentual en el valor de los terrenos aledaños a la línea 5 (20%).

Cuadro 8.15
Incremento en el Valor de los Terrenos Aledaños a la Red de Metro S.A.

	<i>Valor terrenos aledaños a las Líneas</i>	<i>Incremento del valor de los Terrenos</i>	<i>Aumento en el valor de los Terrenos</i>	
			<i>\$</i>	<i>US\$</i>
LINEA 1	12.646.376.110.469	10,60%	1.340.515.867.710	2.175.914.859
LINEA 2	910.943.994.803	17,56%	159.961.765.487	259.648.685
LINEA 5	2.763.107.661.941	20,00%	552.621.532.388	897.010.944
TOTAL	16.320.427.767.213		2.053.099.165.585	3.332.574.489

Fuente: Elaboración Propia.

9. Valoración Caletas y Conexiones Insulares

En el caso de las caletas pesqueras y las conexiones insulares sólo se realiza una evaluación desde el punto de vista del costo de reposición de ésta infraestructura. Esto se debe a que originalmente, la valoración de las caletas y muelles no estaba contemplada en el presente estudio.

9.1 Valor de Reposición de Caletas Pesqueras

La estimación del valor de reposición de las caletas pesqueras se efectuó en base a la información presentada en el Catastro de Caletas Artesanales realizado por la Dirección de Obras Portuarias (Ver Anexo 2).

Para estimar el valor de reposición se utilizaron 2 parámetros, el tamaño de la caleta¹¹⁷ y las obras de infraestructura que estas poseen, más el costo de reposición asociados a este tipo de obras, cifra que fue extraída directamente del Plan Director de Infraestructura 2000 - 2010, donde se realiza una diferenciación de los requerimientos básicos de una caleta pesquera, dependiendo del tamaño de ésta.

Los costos de reposición reportados en el Plan Director 2000-2010 se presentan en el Cuadro 9.1.

¹¹⁷ El tamaño de una caleta, tal como lo describe en el Plan Director de Infraestructura, se clasifica de acuerdo a las cifras en las siguientes variables: captura anual, número de pescadores inscritos y finalmente el número de embarcaciones inscritas.

Cuadro 9.1
Costos de Reposición de la Obras correspondientes a una Caleta Pesquera

Obras de Infraestructura	Costo de reposición de las Obras en MMUS\$		
	Puerto Pesquero o Caleta grande	Caleta Mediana	Caleta Pequeña
Obras de Abrigo	2	2	2
Muelle o Malecón	1	1	1
Varadero o rampa	0,4	0,4	0,4
Explanada	0,3	0,3	0,2
Paños y modulo Sanitario	0,3	0,3	0,1
Galpón de reparación de redes y encarnado	0,1	0,1	0,1
Galpón de reparación embarcaciones	0,1	0,1	0,1
Edificaciones para procesos de limpieza, comercialización, etc.	0,7	0,7	0,7
Urbanización y servicios Básicos	0,1	0,1	0,1

Fuente: Plan Director 2000-2010, MOP.

Dado que las obras de infraestructuras que se presentan en el Cuadro 9.1 anterior, no concuerdan exactamente con las obras existentes en las caletas artesanales, se procedió a realizar un agrupación equivalente entre las categorías de obras presentadas en el Plan director 2000-2010 y en el Catastro de Caletas de la Dirección de Obras Portuarias (Base de Datos). Esta asignación de equivalencia se presenta en el Cuadro 9.2.

Cuadro 9.2
Agrupación de las Obras de infraestructura

Definición de Obras de Infraestructuras en el Cuadro de Costos del Plan Director	Definición de las Obras en la Base de Datos
Obras de Abrigo	Obras de Abrigo
Muelle o Malecón	Muelle Malecón o Espigón
Varadero o rampa	Varadero o Rampa de Varado Atracadero (Frente de Atraque)
Explanada	Explanadas
Paños y modulo Sanitario	Paños (Boxes o Casetas)
Galpón de reparación de redes y encarnado	Pacios Cubiertos
Galpón de reparación embarcaciones	
Edificaciones para procesos de limpieza, comercialización, etc.	Locales de Venta Sala de Proceso Locales de Remate de Captura
Urbanización y servicios Básicos	Servicios Higénicos Agua potable Alcantarillado

Fuente: Elaboración propia.

En base a la agrupación presentada en el Cuadro 9.2 anterior se obtuvo como resultado la agrupación de la infraestructura según el tamaño de la caleta pesquera (Ver Cuadro 9.3).

Cuadro 9.3
Agrupación de las Obras de infraestructura
Caletas Pesqueras a Nivel Nacional

Obras de Infraestructura	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	PUERTO PESQUERO
Obras de Abrigo	1	2	17	2
Muelle o Malecon	15	13	39	14
Varadero, Atracadero o Rampa	5	18	73	7
Explanadas	10	19	58	10
Pañoles	8	12	31	7
Patios Cubiertos	1	2	7	1
Locales de Venta, Comercialización y Remate de capturas.	2	4	14	4
Servicios Higiénicos, Agua potable, Alcantarillado.	11	15	32	11

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en base a los costos de reposición reportados en el Cuadro 9.1 anterior y a la agrupación de caletas presentada en el Cuadro 9.2 anterior se estimó el valor de reposición de la infraestructura asociada a las caletas pesqueras. El resultado de la estimación se muestra en el Cuadro 9.4 donde se aprecia que el *costo de reposición de la infraestructura de caletas pesqueras asciende a US\$ 227 millones.*

Cuadro 9.4
Valor de Reposición de las Caletas Pesqueras.

Datos	PUERTO PESQUERO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	Total en MMUS\$
Obras de Abrigo	4,0	2,0	4,0	34,0	44,0
Muelle o Malecon	14,0	15,0	13,0	39,0	81,0
Varadero, Atracadero o Rampa	3,2	2,0	7,2	29,2	41,6
Explanadas	3,0	3,0	5,7	11,6	23,3
Pañoles	2,1	2,4	3,6	3,1	11,2
Patios Cubiertos	0,1	0,1	0,2	0,7	1,1
Locales de Venta, Comercialización y Remate de capturas.	2,8	1,4	3,5	9,8	17,5
Servicios Higiénicos, Agua potable, Alcantarillado.	1,2	1,1	1,5	3,2	7,0
Valor Reposición MMUS\$	30	27	39	131	226,70
Promedio en MMUS\$ por Caleta	1,7	1,5	1,2	1,0	1
Promedio en US\$ por Pescador	764	4.643	3.964	13.358	9
Total Caletas a 1999	14.413	5.815	9.763	9.777	25.355

9.2 Valor de Reposición de Conexiones Insulares

A partir de los datos de la memoria MOP 2000 (Ver Anexo 2), se trabajó en la estimación del valor de reposición de las obras de conexión insular, que por lo general cuentan con tres tipos de obras principales: rampa, muelle y terminal. Sin embargo, para efectos de la presente valoración del costo de reposición de estas obras solo fueron consideradas las rampas y los muelles. La exclusión de los terminales se debe principalmente a la falta de antecedentes que permitan una estimación de un valor promedio de reposición de este tipo de obras.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en el Plan Director de Infraestructura, un proyecto de conexión insular, en promedio implica una inversión de \$ 200 millones, es decir, unos US\$ 325 mil, eso tomando en consideración que el Plan Director no especifica qué tipo de obras considera cada proyecto en particular señalando solamente que se trata de “proyectos completos”. Luego, para efectos de nuestra estimación asumiremos que el costo de una rampa o un muelle es de US\$ 325 mil en cada caso.

Con el parámetro del costo por obra (rampa o muelle) más el número de obras (Ver Cuadro 9.6) se estimó el valor de reposición de las mismas (Ver Cuadro 9.7). El resultado es que el valor de reposición de las conexiones insulares asciende a US\$ 50 millones.

Cuadro 9.6
Número de Obras de Conexión Insular por Región.

Tipo de Obra	Número de Obras de Conexión Insular según Región				
	IX	X	XI	XII	Total general
Rampas	1	78	15	7	101
Muelles	-	17	19	17	53
Total	1	95	34	24	154

Cuadro 9.7
Valor de Reposición Obras de Conexión Insular
(cifras en MMUS\$)

Tipo de Obra	Región				
	IX	X	XI	XII	Total general
Rampas	0,32	25,32	4,87	2,27	32,79
Muelles	-	5,52	6,17	5,52	17,21
Total	0,32	30,84	11,04	7,79	49,99

10. Resumen Valorización de Obras de Infraestructura y Ratios

De acuerdo a lo expuesto en los puntos anteriores, el resumen de la valorización de la infraestructura se presenta en el Cuadro 10.1.

Cuadro 10.1
Resumen Valorización Obras de Infraestructura

	Valor de Reposición	Valor Marginal	Valor Económico				Ratios	
	MMUS\$ a	MMUS\$ b	Valor Intramarginal MMUS\$	Externalidad MMUS\$	Valor Marginal MMUS\$	Total MMUS\$ c	Ratio 1	Ratio 2
							c/a	b/c
Obras Hidráulicas	2.629	1.017	256	n.e	149	405		
Sistemas embalse-canales Seleccionados (1)	1.056	149	256	n.e	149	405	0,38	0,37
Limarí (1a)	283	79	97	n.e	79	176	0,62	0,45
Maipo (1b)	683	50	24	n.e	50	74	0,11	0,67
Laja (1c)	90	20	135	n.e	20	155	1,72	0,13
Otros sistemas embalse-canales	789	104	n.e	n.e	104	n.e		
Otros Embalses	394	376	n.e	n.e	376	n.e		
Otros Canales	390	239	n.e	n.e	239	n.e		
Agua Potable Rural	463	0	396	2	0	398	0,86	0,00
Caletas y Conexiones Insulares	277	0	n.e	n.e	0	n.e		
Obras Portuarias	701	778	n.e	n.e	778	n.e		
Obras Aeroportuarias	348	885	n.e	n.e	885	n.e		
Obras Viales	13.495	4.997	0	1.402	4.997	6.399	0,47	0,78
Caminos Concesionados (2)	1.829	1.505	0	906	1.505	2.412	1,32	0,62
Caminos Pav. No Concesionados (3)	4.632	3.492	n.e	496	3.492	3.988	0,86	0,88
Caminos Interurbanos No Pavimentados (3)	5.800	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e		
Túneles	356	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e		
Puentes	878	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e		
Infraestructura Ferroviaria (4)	1.715	-6	-96	193	-6	91	0,05	-0,07
Infraestructura Metro	946	57	0	333	57	390	0,41	0,15
Total	20.574	7.728				7.684		

