

---

## Recursos naturales e infraestructura

# C

## oherencia de las políticas públicas y su traducción en esquemas regulatorios consistentes

### Caso del diesel oil en Chile

Pedro Maldonado G.



División de Recursos Naturales e Infraestructura  
División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos  
Humanos

Santiago de Chile, septiembre de 2003

Este documento ha sido preparado por Pedro Maldonado G., consultor del proyecto CEPAL-GTZ “Promoción del Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe, por medio de la integración de propuestas de políticas ambientales y sociales” y ha sido coordinado por Hugo Altomonte, Jefe de la Unidad de Recursos Naturales e Infraestructura, y José Javier Gómez, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Para consultas contactar [haltomonte@eclac.cl](mailto:haltomonte@eclac.cl) o [jgomez@eclac.cl](mailto:jgomez@eclac.cl).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

---

Publicación de las Naciones Unidas  
ISSN impreso 1680-9017  
ISSN electrónico 1680-9025

SBN: 92-1-322229-7

LC/L.1960-P

Nº de venta: S.03.II.G.116

Copyright © Naciones Unidas, septiembre de 2003. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

<b>Resumen</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	9
<b>I. Caracterización del sector energético chileno</b> .....	11
A. Industria de la energía .....	11
B. Evolución del consumo de energía en Chile en los últimos años.....	15
C. Fuentes de energía primaria y estructura de consumo final por sectores usuarios .....	16
D. Importancia relativa de las importaciones en el consumo de energía del país .....	18
<b>II. La regulación ambiental como principal fuerza inductora de cambio</b> .....	19
A. Política ambiental.....	23
B. Impactos ambientales de la introducción de mejoras al petróleo diesel.....	31
<b>III. Inversiones ambientales</b> .....	35
A. Inversiones en las refinerías .....	36
B. Inversiones en el sector transporte .....	37
<b>IV. Evolución del mercado chileno de petróleo diesel y la regulación tributaria actual</b> .....	43
A. Penetración de vehículos diesel livianos en Chile como resultado de los incentivos tributarios existentes .....	43
B. Origen de la acelerada penetración de los vehículos diesel livianos en el parque automotriz chileno: ley del impuesto específico a los combustibles vehiculares .....	44

C.	Consecuencias ambientales y económicas de la actual tributación de los carburantes.....	48
D.	Propuestas para enfrentar la distorsión tributaria .....	55
E.	Análisis de criterios relevantes para la elaboración de propuestas de modificación tributaria .....	59
F.	Bases para la elaboración de una propuesta de política tributaria consistente con las metas ambientales chilenas.....	60
<b>V.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>63</b>
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>67</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>69</b>
	Anexo 1: Definición de escenarios de cambio tecnológico.....	71
	Anexo 2: Ley 18.502.....	75
	<b>Serie Recursos naturales e infraestructura: números publicados.....</b>	<b>81</b>

## Índice de cuadros

Cuadro 1:	Evolución de la estructura porcentual del consumo de derivados del petróleo.....	17
Cuadro 2:	Importaciones de combustibles durante el año 2000.....	18
Cuadro 3:	Participación por tipo de vehículos en las emisiones de PM 10, en base al inventario de Emisiones 2000.....	25
Cuadro 4:	Fuentes de emisión de material particulado, según la Comisión Nacional del Medio Ambiente, (Conama) al año 2000.....	27
Cuadro 5:	Modificación de la composición del petróleo diesel A1 .....	28
Cuadro 6:	Modificación de la composición del petróleo diesel A2 .....	28
Cuadro 7:	Índices de calidad del Aire por Material Particulado Respirable (ICAP) .....	29
Cuadro 8:	Propiedades de los diferentes diesel utilizados en la evaluación .....	32
Cuadro 9:	Emisiones de fuentes móviles diesel en ruta, extrapolación con combustible diesel comercializado en la Región Metropolitana (RM), en 1997. ....	32
Cuadro 10:	Estimación del efecto del Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental (PPDA) y del cambio de combustibles para el año 2000 .....	33
Cuadro 11:	Reducción de emisiones por mejora en la calidad del petróleo diesel. ....	33
Cuadro 12:	Inversiones realizadas en refinerías para mejorar la calidad del petróleo diesel.....	37
Cuadro 13:	Costos de inversión para cada tecnología (USD/unidad).....	38
Cuadro 14:	Costos variables para cada tecnología (USD/Km.).....	39
Cuadro 15:	Costos totales para cada escenario según su tipo (M USD/año) .....	40
Cuadro 16:	Caída de la demanda de transporte público.....	41
Cuadro 17:	Incorporación de vehículos livianos diesel al parque automotriz chileno.....	44
Cuadro 18:	Situación actual de impuestos para vehículos que utilicen combustible gaseoso .....	46
Cuadro 19:	Emisiones de material particulado (mg/km) .....	52
Cuadro 20:	Valoración de emisiones por efectos en salud.....	54
Cuadro 21:	Costo marginal de las externalidades y tasa de impuestos .....	55
Cuadro 22:	Diferencial de precios entre el gas licuado de petróleo (GLP) doméstico y el vehicular .....	58
Cuadro 23:	Recaudación en \$/año de un taxi a gas licuado de petróleo (GLP) por concepto de un impuesto variable.....	58
Cuadro 24:	Impuesto fijo anual para taxis, complementario al impuesto variable .....	58
Cuadro 25:	Participación relativa de los automóviles diesel.....	59
Cuadro 26:	Precio de vehículos, costo del combustible, costos diferenciales y punto de equilibrio.....	60
Cuadro 27:	Resumen de escenarios considerados.....	71
Cuadro 28:	Cálculo del impuesto a los vehículos motorizados .....	75

## Índice de cuadros

Recuadro 1: Inventario de emisiones de la región metropolitana, año 2000 .....	25
Recuadro 2: ¿Qué son los episodios críticos de contaminación? .....	29
Recuadro 3: Transantiago, nuevo plan de transporte urbano de Santiago .....	41
Recuadro 4: Estimación de la pérdida de recaudación fiscal debida a la Dieselización del parque ..	54
Recuadro 5: Visión de la autoridad ambiental en relación a la significativa incorporación de vehículos diesel livianos al parque automotriz nacional. ....	57

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Sistemas eléctricos en Chile .....	13
Gráfico 2: Consumo eléctrico nacional total por sector económico. año 2000 .....	13
Gráfico 3: Distribución de consumos de los derivados del petróleo. año 2000.....	14
Gráfico 4: Distribución sectorial del consumo de gas natural. Año 2000. ....	15
Gráfico 5: Evolución de la demanda energética secundaria y producto interno bruto (PIB) período 1985-2000 .....	16
Gráfico 6: Evolución del consumo de fuentes primarias de energía, período 1979-2000 .....	16
Gráfico 7: Consumo de energía por sectores usuarios, período 1979-2000 .....	17
Gráfico 8: Evolución de las importaciones totales y el abastecimiento nacional de energía primaria.....	18
Gráfico 9: Evolución de la producción y el consumo de petróleo diesel.....	20
Gráfico 10: Evolución del consumo sectorial de petróleo diesel en Chile. ....	21
Gráfico 11: Consumo de petróleo diesel en la industria y minería, año 2000 .....	22
Gráfico 12: Consumo de petróleo diesel y gas natural en industrias varias, 1997-2001 .....	23
Gráfico 13: Participación sectorial de emisiones contaminantes en la región metropolitana .....	25
Gráfico 14: Evolución del consumo de gasolina y petróleo diesel en transporte caminero.....	26
Gráfico 15: Episodios críticos, período 1997-2002.....	30
Gráfico 16: Relación costo/beneficio según escenario de cambio tecnológico .....	39
Gráfico 17: Evaluación de servicios públicos: porcentaje de notas 6 y 7 .....	41
Gráfico 18: Parque de vehículos livianos en Chile .....	44
Gráfico 19: Consumo de petróleo diesel en el transporte y la industria .....	45
Gráfico 20: Exportaciones seleccionadas (en millones de USD FOB).....	45
Gráfico 21: Estructura del precio de venta de la gasolina 93 y el petróleo diesel. ....	47
Gráfico 22: Evolución reciente de los precios finales del petróleo diesel y la gasolina .....	47
Gráfico 23: Participación porcentual del parque de vehículos livianos con sello y sin sello verde en la emisión de contaminantes, año 2000.....	48
Gráfico 24: Emisiones de NOx de vehículos livianos diesel particulares (VLP), .....	49
Gráfico 25: Emisiones de MP de vehículos diesel livianos particulares (VLP) homologados por el 3CV (en gr/km).....	49
Gráfico 26: Emisiones de NOx de vehículos comerciales diesel livianos (VCL) homologados por el 3CV (en gr/km).....	50
Gráfico 27: Emisiones de MP de vehículos diesel comerciales livianos (VCL) homologados por el 3CV (en gr/km).....	50

---

## Resumen

---

En el presente documento se analiza el comportamiento de la cadena energética del diesel oil, concentrándose en los problemas asociados al consumo de este energético como carburante para el sector transporte y cómo dichos problemas han sido abordados por la regulación nacional.

Se demuestra que el principal problema asociado al consumo de petróleo diesel son sus impactos sobre el medio ambiente y fundamentalmente cómo su consumo afecta a la salud de la población. Se analizan los efectos de los gases de escape de los vehículos diesel, su composición y los riesgos de mortalidad del material particulado. También se contrastan los valores encontrados por diversos estudios en Santiago con las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), estimándose que podrían producirse en Santiago 4.800 muertes anuales, debido a problemas respiratorios, causados por la contaminación de material particulado.

Por otra parte, se documenta con diferentes estudios efectuados sobre Chile, que permiten concluir que aun cuando los vehículos que se están importando cumplan con las exigencias ambientales, no resulta conveniente ni lógico fomentar su introducción masiva en el parque vehicular mediante políticas tributarias que privilegien su uso. A mediados de 2003 éste es un tema que se encuentra presente en el debate público y está siendo asumido por algunas autoridades del país. Es así como, paralelamente al desarrollo de este estudio, se discute en el Senado una modificación tributaria que incorporaría una leve alza de los impuestos específicos del petróleo diesel.

Si bien los antecedentes presentados en este trabajo indicarían que es necesario introducir ciertas modificaciones a la estructura tributaria de los carburantes, existen amplios sectores del país que se manifiestan en contra de los impuestos específicos pues, argumentan que éstos crean distorsiones en los mercados. Sin embargo, estas distorsiones ya existen y no son conciliables con la política ambiental. En definitiva, el problema de fondo consiste en establecer una regulación tributaria que oriente el consumo de combustibles coherentemente con el resto de los objetivos de la política nacional.

## Introducción

---

El presente estudio se inserta en un proyecto mayor de CEPAL/GTZ, destinado a la promoción del desarrollo económico en América Latina y el Caribe, por medio de la integración de propuestas de políticas ambientales y sociales, teniendo como marco conceptual el desarrollo sostenible; es decir, se pretende conciliar los objetivos económicos y ambientales con la mejora de la competitividad.

Como una aplicación específica del citado proyecto, se analizará la evolución de la producción y consumo de Petróleo Diesel y su vinculación con las políticas públicas, las inversiones ambientales y las innovaciones tecnológicas destinadas a mejorar la competitividad, la calidad de vida y el medio ambiente de la población de Chile.

El uso del Petróleo Diesel, tanto en fuentes fijas (equipos industriales) como en fuentes móviles (equipos de transporte), es responsable de la emisión de material particulado diesel (MPD), el que se compone en parte importante de partículas finas (PM<sub>2,5</sub>), un subgrupo de partículas ultra finas (inferiores a 0,1  $\mu\text{m}^1$ ) y compuestos orgánicos que alcanzan entre el 20% y 40% del material particulado. Por su tamaño son altamente respirables y capaces de alcanzar los alvéolos pulmonares y, en el caso de los compuestos orgánicos, con un potencial toxicológico relevante.

En términos generales, las emisiones de los equipos diesel dependen de la composición química del combustible (alto o bajo contenido de azufre), del equipo utilizado (trabajo pesado o liviano),

---

<sup>1</sup>  $\mu\text{m}$  : micrometro.

condiciones de operación (acelerado o no) y tipo de fuentes (fijas y móviles), del estado de mantenimiento de los equipos, entre otras.

Las emisiones de MPD pueden ser generadas directamente por los equipos, lo que se conoce como material particulado primario o formarse a partir de compuestos gaseosos, denominado material particulado secundario.

Los impactos de estas emisiones sobre el medio ambiente en general y sobre la salud humana en particular han impulsado a las autoridades a introducir modificaciones que apuntan principalmente en dos direcciones, se introducen por un lado, nuevos estándares de emisión, los que fuerzan indirectamente la introducción de nuevas tecnologías en los equipos usuarios, y por otro, nuevas especificaciones para los combustibles, el petróleo diesel entre ellos, de modo de reducir emisiones y posibilitar el uso de tecnologías de abatimiento y control de emisiones en los equipos usuarios.

El objetivo de este estudio, que corresponde a la primera fase de un estudio mayor, es realizar un diagnóstico del sector energético directamente relacionado con el petróleo diesel, es decir, identificar a los actores relevantes y cómo interactúan entre ellos, las políticas ambientales y económicas y el rol del petróleo diesel en ellas, las falencias y ventajas del actual sistema vinculado al diesel. En la segunda fase del mismo se abordarán los elementos destinados a dar sustento a una política que regule el mercado del petróleo diesel, en la medida que las conclusiones de la primera así lo sugieran.

Debido a la falta de información más reciente, se ha adoptado el año 2000 como base para la mayor parte de las estadísticas aludidas en este documento, especialmente aquellas que pretenden establecer el panorama general en que se desenvuelve el petróleo diesel en el país. Sin embargo, en cuestiones más sensibles tales como, por ejemplo, el problema de los precios, se ha actualizado la información a la fecha más reciente posible, lo mismo ocurre en el caso en que algunas variables importantes muestren cambios en las tendencias en los últimos años.

Con el objeto de caracterizar la evolución de la demanda del Petróleo Diesel y los impactos ambientales que de ella derivan, este estudio ha sido estructurado de la manera siguiente:

En el primer capítulo se describe brevemente el sector energético chileno con el fin de situar la problemática objeto de este trabajo. Ello permite, en forma esquemática, caracterizar la situación de los recursos, la infraestructura básica, la evolución de la demanda de los energéticos competitivos con el petróleo diesel, la estructura del consumo de energía y de los derivados del petróleo por sectores usuarios.

En el capítulo segundo se identifican las modificaciones regulatorias vinculadas a la política ambiental que afectaron fundamentalmente al petróleo diesel y los efectos sobre los impactos ambientales que produjeron las mejoras del combustible provocadas, en parte importante, por las exigencias de los Planes de Prevención y Descontaminación Ambiental (PPDA) de la Región Metropolitana.

En el capítulo tercero se evalúan las inversiones realizadas tanto a nivel de las refinerías como, en menor medida, de los equipos usuarios, resultantes de las exigencias ambientales que se desprenden de los PPDA, así como aquellas necesarias para cumplir con las exigencias que entrarán en vigor en los próximos años.

En el capítulo cuarto se analiza la política tributaria del petróleo diesel utilizado como carburante y como ella afecta a los combustibles competitivos tales como la gasolina, el gas natural y el gas licuado propano y en particular, cómo ella explica el crecimiento del parque de vehículos diesel livianos.

En el capítulo quinto se incluyen las conclusiones y recomendaciones.

## I. Caracterización del sector energético chileno

---

Si bien la evolución de la demanda de petróleo diesel está parcialmente determinada por parámetros independientes de la dinámica del sector energía en su conjunto, resulta indispensable situar cualquier análisis de la demanda de aquél en un contexto más global, cual es el de la energía en Chile. Por esta razón, en las secciones siguientes se presentarán, en forma esquemática<sup>2</sup>, algunos elementos que caracterizan tanto la industria de la energía en Chile<sup>3</sup> como la evolución del consumo primario y secundario de ésta. Parte importante de estos antecedentes proviene de un documento preparado por el autor y otros investigadores de la Universidad de Chile para la publicación "Informe País sobre el estado del Medio Ambiente en Chile-2002" elaborado por el Instituto de Asuntos Públicos (INAP) de la Universidad de Chile.

### A. Industria de la Energía<sup>4</sup>

#### 1. El sector eléctrico

El sector eléctrico chileno presenta un gran dinamismo. Entre los años 1986 y 2000 el consumo eléctrico nacional creció a una tasa

---

<sup>2</sup> Aquí se presentarán los elementos de contexto necesarios para comprender el funcionamiento general del sector energía y como éste afecta o puede llegar a afectar la demanda del petróleo diesel

<sup>3</sup> Con especial énfasis en el subsector petróleo.

<sup>4</sup> Para los fines del presente documento, se entiende por industria de la energía aquella encargada de explotar, transformar, transportar y distribuir la energía para ponerla a disposición de los consumidores finales.

anual promedio de aproximadamente un 8%, cifra que se ubica un punto sobre el crecimiento promedio del PIB<sup>5</sup>.

En el país existen 4 sistemas eléctricos diferentes, ellos son: el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), el Sistema Interconectado Central (SIC), el Sistema Eléctrico de Aysén y el Sistema Eléctrico de Magallanes. Adicionalmente, existen varios centros aislados de generación (autoprodutores), los que en conjunto reúnen una potencia instalada del orden de un 5,8%<sup>6</sup> del total nacional. Se trata fundamentalmente de empresas industriales y mineras que abastecen total o parcialmente sus necesidades de electricidad.

El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) se extiende entre Tarapacá y Antofagasta -Primera y Segunda regiones de Chile, respectivamente -, cubriendo una superficie de 185.148 km<sup>2</sup>, equivalente a un 24,5% del territorio de Chile Continental. La potencia instalada en el SING es de 3.041 MW, y la demanda máxima en el año 2000 alcanzó los 1.213 MW, mientras que la generación bruta alcanzó a 9.327 GWh.

Respecto de los combustibles utilizados en la producción de energía del SING, en el año 2000, ella se distribuyó de la manera siguiente: un 55,6% de carbón, un 42,0% de gas natural, un 1,0% de petróleo Diesel y un 0,8% de Fuel Oil. La energía de origen hidráulico sólo representó un 0,6%.

El Sistema Interconectado Central (SIC), esta constituido por las centrales generadoras y sistemas de transmisión que operan interconectados desde Taltal por el norte, hasta la isla grande de Chiloé por el sur. Este sistema es el mayor de los cuatro sistemas eléctricos que suministran energía al territorio chileno, abasteciendo aproximadamente el 93% de la población.

La potencia instalada en el SIC, a diciembre del año 2000, representaba aproximadamente el 71% del parque generador disponible en el país, con una potencia instalada equivalente a 6.653 MW. El año 2000 la demanda máxima fue de 4.516MW, en tanto que la generación bruta de energía llegó a los 29.577 GWh. De esta generación un 63% fue de origen hidroeléctrico mientras que el restante 37% de naturaleza termoeléctrica, de los cuales un 55% fue generado a partir de gas natural, un 34% a partir de carbón y el resto de otros combustibles (desechos forestales o derivados de petróleo).

Por último, existen dos sistemas menores que abastecen la XII Región, mediante el Sistema Eléctrico de Magallanes, el que posee 64,3 MW, y la XI Región abastecida mediante el Sistema Eléctrico de Aysén, el que cuenta con 19,0 MW instalados.

A su vez, en Chile existen cinco embalses que permiten almacenar energía para regular el abastecimiento: Rapel, Invernada, Colbún, Lago Chapo y Laja, representando este último un 80% de la capacidad de embalse total del país.

Cabe destacar que el sector industrial y minero es el principal “cliente” de las empresas eléctricas, alcanzando al año 2000 el 67% de la demanda total.

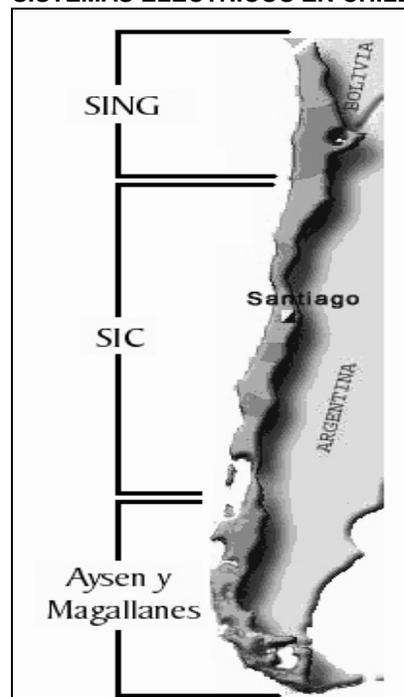
En el gráfico 1 se muestra el consumo eléctrico nacional total dividido por sectores económicos, donde se aprecia claramente la importancia del sector industrial y minero.

---

<sup>5</sup> La tasa de crecimiento real promedio del PIB entre los años 1986 a 1999 fue de un 6,8%. (International Financial Statistics, 1999)

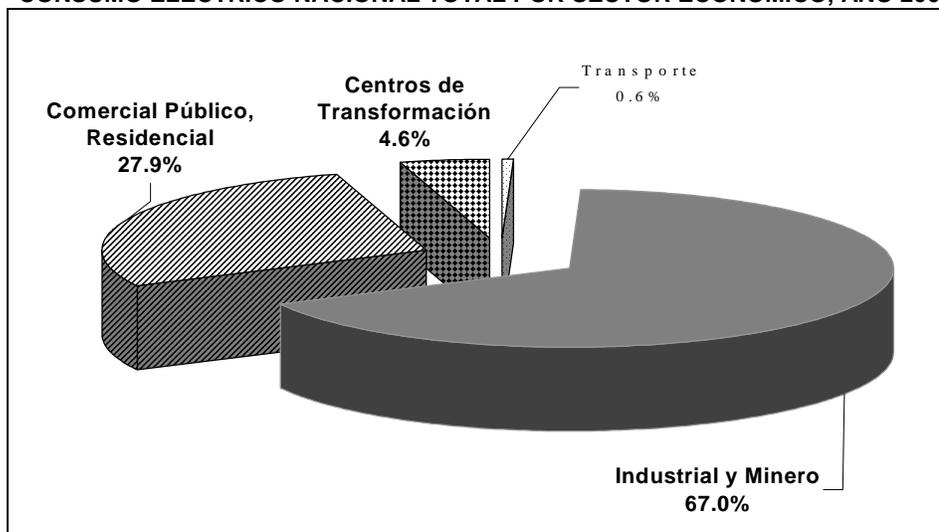
<sup>6</sup> La información estadística relativa a los consumos de energía proviene del Balance de Energía de la Comisión Nacional de Energía (CNE) del año 2000, salvo que se especifique otra cosa.

**Gráfico 1**  
**SISTEMAS ELÉCTRICOS EN CHILE**



Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 2**  
**CONSUMO ELÉCTRICO NACIONAL TOTAL POR SECTOR ECONÓMICO, AÑO 2000**



Fuente: CNE, 2000a

**a) Sector Petróleo y Gas Natural**

Los yacimientos petrolíferos y de gas natural están concentrados en la Cuenca de Magallanes, en tres zonas denominadas "Distritos": Continente, Isla Tierra del Fuego y Costa Afuera. Actualmente la mayor producción de petróleo crudo y gas natural, proviene de los yacimientos Costa Afuera, desarrollados a partir de la década de los ochenta. Los yacimientos son de propiedad del Estado, quien puede ejercer la facultad de explotarlos a través de la Empresa Nacional del Petróleo, ENAP, de entregarlos en concesión administrativa o bien hacerlos explotar mediante Contratos Especiales de Operación Petrolera (CEOP).

### Sub sector petróleo

La producción acumulada, al año 2000, asciende a 68.910 miles de m<sup>3</sup> de petróleo crudo y 88.674 millones de m<sup>3</sup> de gas natural. En Chile existen las siguientes plantas de refinación:

- Refinería de Petróleo de Concón S.A., RPC (V Región)
- Refinería de Petróleo de Talcahuano, Petrox S.A., (VIII Región)
- Topping de Gregorio (XII Región)

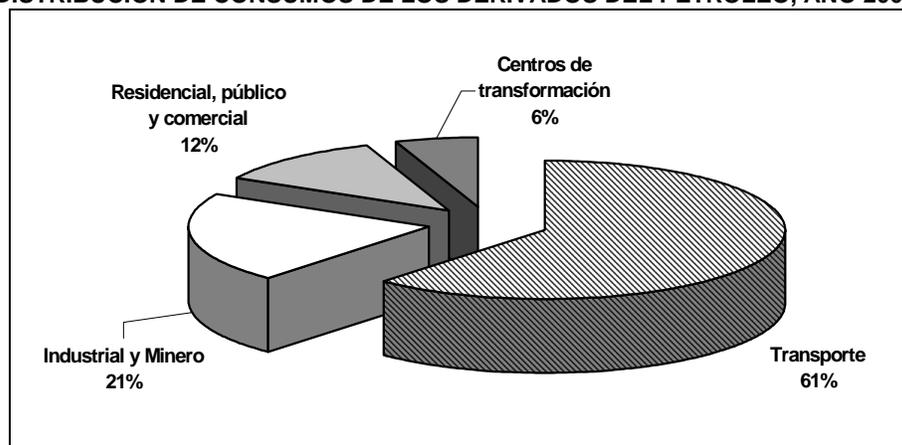
En el año 2000, la producción de derivados de petróleo de RPC, fue de 16.218 m<sup>3</sup>/día; por su parte, Petrox alcanzó una producción de 15.293 m<sup>3</sup>/día; mientras que la producción de Gregorio fue de 3.516 m<sup>3</sup>/día.

En Chile, la política de precios del petróleo se basa en los precios de paridad del mercado internacional, es decir, los valores no se encuentran sometidos a ningún tipo de fijación por parte del Estado<sup>7</sup>. En el año 1978 comenzó la liberalización de la distribución de combustibles, la que fue completada en 1982 con la liberalización de los precios.

Durante el 2000 se importaron 10,8 millones de m<sup>3</sup> de crudo, principalmente de Argentina (el 64%), Ecuador (9%) y Nigeria (15%). Asimismo, las ventas de combustibles de las refinerías sirvieron para abastecer el 82,4% del mercado nacional, debiendo las empresas distribuidoras importar el 17,6% restante. Los 3 principales combustibles importados fueron el petróleo diesel, gas licuado y gasolina automotriz. El total de combustible comercializado el 2000 fue de 11,3 millones de tpe<sup>8</sup>.

En la actualidad Chile cuenta con una capacidad de almacenamiento en terminales de petróleo crudo, combustibles líquidos y gas licuado de aproximadamente 3,3 millones de m<sup>3</sup>. De este total un 35% corresponde a petróleo crudo, un 7% a gas licuado y un 58% a derivados. En el Gráfico 3 se muestra la distribución del consumo de derivados del petróleo por sectores usuarios.

Gráfico 3  
DISTRIBUCIÓN DE CONSUMOS DE LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, AÑO 2000



Fuente: CNE, 2000a

### b) Sub sector gas natural

Desde 1961 ENAP ha construido 1.400 km de gasoductos en la Región de Magallanes, la gran mayoría asociados a la explotación del gas natural de los yacimientos de la zona y a su procesamiento en las plantas de Cullen y Posesión.

<sup>7</sup> El Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP), implantado el año 1991 con el fin de amortiguar las fluctuaciones del precio internacional, no tiene tampoco por objeto fijar los precios. A partir del año 2000, el FEPP pierde relevancia debido a lo reducido de los recursos asignados.

<sup>8</sup> tpe: toneladas de petróleo equivalente, (ver Nomenclatura y Unidades Utilizadas)

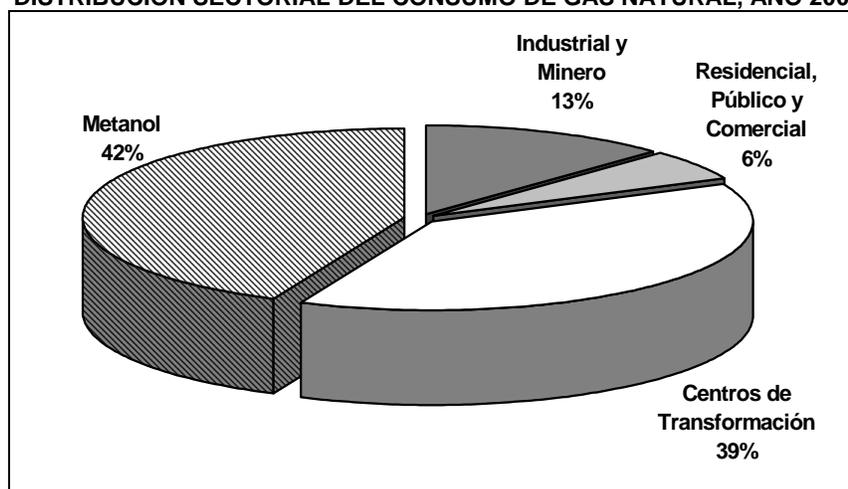
En agosto de 1997, se iniciaron las importaciones de gas natural argentino a la zona central de Chile a través del gasoducto internacional Gasandes, el cual transporta gas desde la cuenca neuquina para el abastecimiento de la compañía distribuidora de Santiago y 3 centrales termoeléctricas del SIC. El abastecimiento de la V región, desde el “city gate” de Gasandes, lo realiza el gasoducto Electrogas, desde 1998.

En 1999 iniciaron sus operaciones los gasoductos Gasatacama y Norandino en la II Región. Ambos transportan gas natural desde Argentina hasta centrales de ciclo combinado ubicadas en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), y hacia centros mineros e industriales de la zona.

El gasoducto del Pacífico inició, en octubre de 1999, el transporte de gas natural desde la cuenca neuquina hasta la VIII Región para abastecer principalmente a empresas distribuidoras que abastecen el sector industrial y residencial de la zona.

Durante el año 2000, la principal zona de consumo de gas natural en el país fue la XII región (2.755 millones de m<sup>3</sup>, lo que corresponde al 42% del total), fundamentalmente el gas natural fue utilizado para la producción de metanol<sup>9</sup>. Del total de gas natural consumido a nivel nacional, el 70% fue importado desde Argentina, siendo el 30% restante obtenido de yacimientos de la cuenca magallánica chilena. En el Gráfico 4 se muestra la estructura del consumo de gas natural por sectores consumidores.

Gráfico 4  
DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL CONSUMO DE GAS NATURAL, AÑO 2000



Fuente: CNE, 2000a

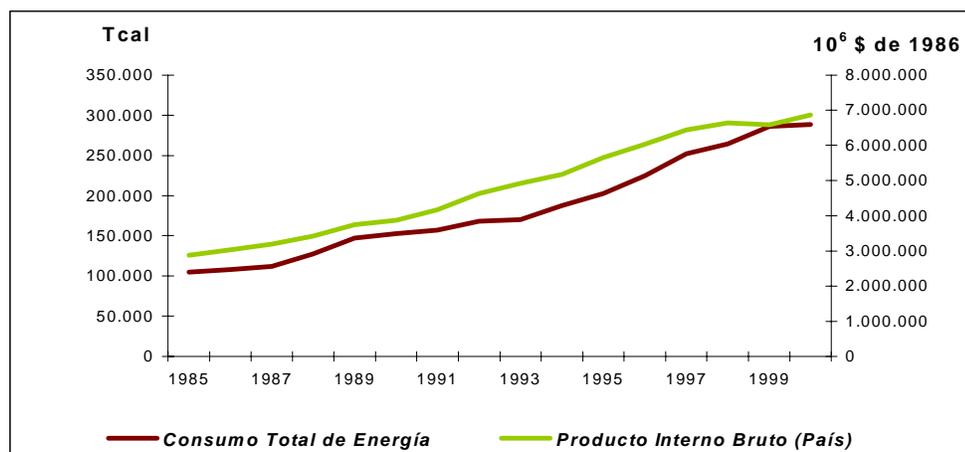
Si bien la producción de metanol se incluye en los centros de transformación, se prefirió mostrarla aparte del resto de los consumos de los centros de transformación (básicamente generación eléctrica y explotación de petróleo y gas natural).

## B. Evolución del consumo de energía en Chile en los últimos años

El significativo crecimiento de la economía nacional, especialmente durante los años 1986-1998, se tradujo en una fuerte expansión de la demanda de energía primaria. Entre 1986 y 2000, la demanda de derivados del petróleo creció a una tasa promedio anual de 5,9%, y la demanda de electricidad en un 8,2% (CNE, 2000a). El Gráfico 5 muestra la evolución de la demanda de energía y del PIB nacional para el período 1985-2000.

<sup>9</sup> En la región magallánica se produce metanol a partir de gas natural nacional y proveniente de Argentina. El metanol se exporta en un 100%, es decir, no hay uso de este producto ni como carburante ni como materia prima para la industria nacional.

**Gráfico 5**  
**EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA SECUNDARIA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO PERÍODO 1985-2000**



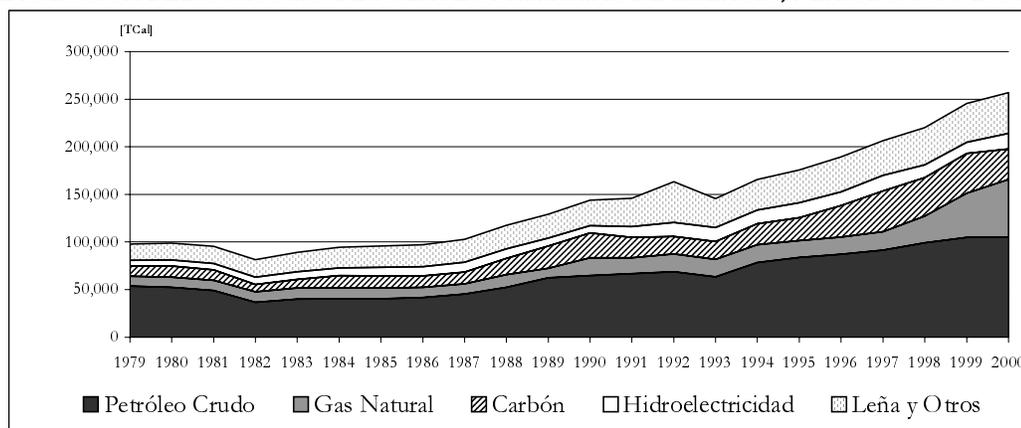
Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Central y Balances Nacionales de Energía (CNE)

### C. Fuentes de energía primaria y estructura del consumo final por sectores usuarios

En relación a las fuentes de energía primaria, es posible señalar que pesar de la inestabilidad de los precios del petróleo, éste continúa siendo el principal componente de la matriz energética nacional. Al año 2000, las fuentes primarias de energía se distribuyeron de la siguiente manera: 41% petróleo, 23% gas natural, 6% hidroelectricidad, 17% leña y 13% carbón. A su vez, el consumo total de energía se distribuye de la manera siguiente: 24% para el transporte, 26% para la industria y la minería, 19% para los sectores residenciales, comerciales y públicos y 31% en consumos propios y pérdidas de los centros de transformación.

El Gráfico 6 muestra la evolución de las fuentes primarias de energía para el período 1979-2000, donde se aprecia la importancia relativa del petróleo y el acelerado crecimiento del gas natural en los últimos años.

**Gráfico 6**  
**EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE FUENTES PRIMARIAS DE ENERGÍA, PERÍODO 1979-2000**



Fuente: Elaboración propia a partir de Balances Nacionales de Energía (CNE)

Por su parte, el Gráfico 7 muestra la variación del consumo de energía, durante el período 1979-2000, agrupado según los cuatro principales sectores usuarios: transporte, industrial y minero, comercial, público y residencial y centros de transformación. Cabe señalar que entre 1980 y 1990 el consumo de energía creció en un 50%, mientras que entre 1990 y el 2000 lo hizo en un 80%.

El transporte es responsable de parte importante de la demanda de petróleo; por el contrario, en los centros de transformación, el petróleo pierde importancia en forma significativa, como es posible apreciar en el Cuadro 1 y el Gráfico 7:

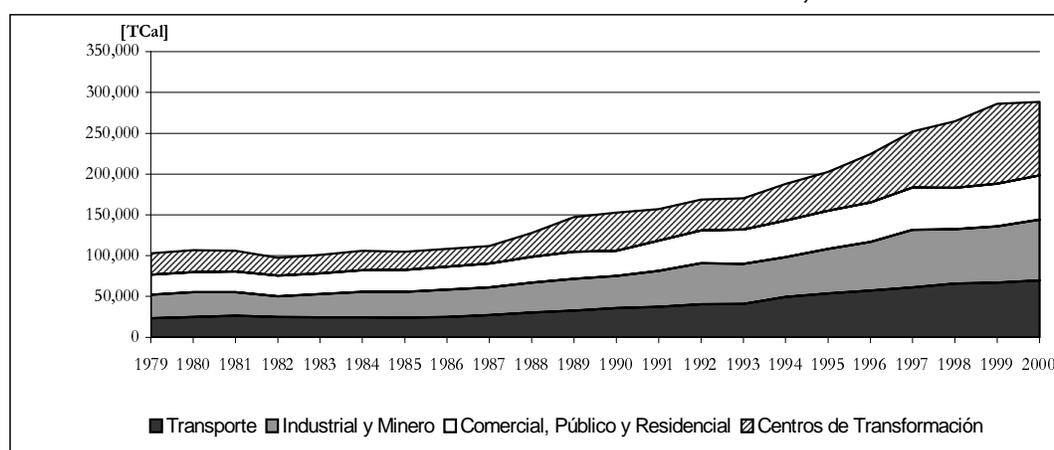
**Cuadro 1**  
**EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL CONSUMO DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO**

(en %, período 1980-2000)

Años	Transporte	Industrial y minero	Comercial, público y residencial	Centros de transformación
1980	43,3	24,3	14,4	18,0
1990	51,1	22,4	13,7	12,8
2000	61,6	21,0	11,8	5,5

Fuente: Elaboración propia a partir de Balances Nacionales de Energía (CNE).

**Gráfico 7**  
**CONSUMO DE ENERGÍA POR SECTORES USUARIOS, PERÍODO 1979 - 2000**



Fuente: Elaboración propia a partir de Balances Nacionales de Energía (CNE).

En lo que respecta a los sectores usuarios, en los centros de transformación, el gas natural adquiere una importancia creciente en los últimos años, representando en el año 2001 un 62% de los requerimientos totales de dichos centros de transformación, concentrándose su consumo en la producción de metanol y la generación de electricidad, el carbón tiene un segundo lugar en importancia con un 21%, el resto de los combustibles, entre ellos el petróleo diesel, tiene una importancia que no supera el 5%.

En el sector industrial y minero, los derivados del petróleo y la electricidad son las principales fuentes energéticas, con un 32,0% y 29,8%, respectivamente. Les siguen en importancia, la leña y el gas natural con un 15,2% y un 10,1%. Cabe señalar que el gas natural se ha incorporado recientemente a la matriz energética chilena, por lo que se espera que su importancia aumente en los próximos años en las zonas donde existen gasoductos de distribución<sup>10</sup>

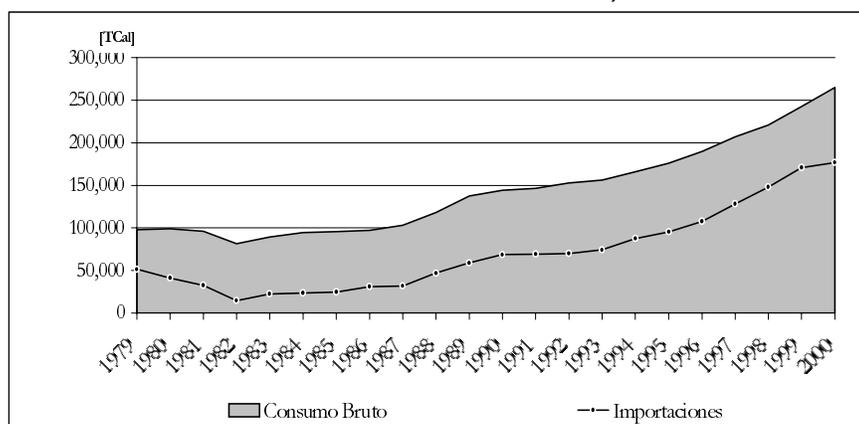
Por último, en el sector residencial, público y comercial, la principal fuente energética la constituye la leña con un 51,5%, los derivados del petróleo con un 24,6% (fundamentalmente gas licuado y en menor medida kerosene), la electricidad con un 16,9% y el gas natural con un 6,1%. Como en el caso de la industria y la minería, es posible prever un incremento de la importancia relativa del gas natural, en la medida que los gasoductos de transporte cubran otras áreas geográficas y los de distribución abastezcan zonas no consideradas aún como prioritarias.

<sup>10</sup> Existe distribución gas natural en la zona de Concepción-Talcahuano, en el área que cubre Santiago, Valparaíso, Viña y zonas aledañas, y en la zona de Antofagasta

## D. Importancia relativa de las importaciones en el consumo de energía del país

El Gráfico 8 muestra la evolución de las importaciones y del abastecimiento (consumo bruto) nacional de energía, en Teracalorías, entre el año 1979 y el 2000. Las importaciones corresponden a la parte del consumo bruto que se muestra bajo la curva “Importaciones” en el mismo gráfico.

**Gráfico 8**  
**EVOLUCIÓN DE LAS IMPORTACIONES TOTALES Y EL ABASTECIMIENTO NACIONAL DE ENERGÍA PRIMARIA, PERÍODO 1979 – 2000**



Fuente: Elaboración propia a partir de Balances Nacionales de Energía (CNE).

Si bien al año 1990 un 48% de la energía primaria era importada, al año 2000 un 67% de ella es importada, lo que señala una creciente dependencia energética. En el año 2000 las importaciones de combustibles totalizaron USD 2.831.420.414. El cuadro siguiente muestra las importaciones, por energético, realizadas durante el año 2000.

**Cuadro 2**  
**IMPORTACIONES DE COMBUSTIBLES DURANTE EL AÑO 2000**  
(en miles de USD CIF)

Combustibles	Importaciones
Carbón térmico	142.704,1
Gas natural	225.437,3
Petróleo	1.991.251,2
Gasolinas	99.566,6
Diesel	158.795,0
Fuel Oil	21.284,6
Gas licuado	192.381,8
<b>Total</b>	<b>2.831.420,4</b>

Fuente: CNE, 2000b.

La cifra de 2.831 millones de dólares en importaciones de combustibles en el año 2000 equivale a un 20% del total de importaciones de bienes de consumo e intermedios del país. La dependencia energética por fuentes puede sintetizarse de la manera siguiente: Chile importa un 97% de sus necesidades de petróleo, un 92% de sus necesidades de carbón, un 63% de sus necesidades de gas natural. A su vez, los efectos del aumento promedio del precio internacional del crudo tienen un impacto económico muy relevante. En efecto, durante el año 2000, de acuerdo con una estimación efectuada sobre la base de una hipótesis de mantención de los precios históricos, se habría producido un mayor gasto de USD 1.000 millones y un aporte a la disminución del PIB de un 1% (Eyzaguirre, 2001)<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Exposición sobre el estado de la Hacienda Pública, Ministro Eyzaguirre, Octubre del 2001

## **II. La regulación ambiental como principal fuerza inductora de cambio**

---

En Chile se producen y comercializan distintos tipos de petróleo diesel, los que se diferencian por sus usos y composición química. Entre los más importantes se encuentra: (a) el petróleo diesel A1 utilizado en el transporte, éste es el que ha sido llamado diesel ciudad en la última versión producida por ENAP, con un contenido de azufre de 300 ppm y que es distribuido en la Región Metropolitana; (b) el Petróleo diesel A2 es de uso exclusivo para fuentes fijas. También existe el Diesel B que es un combustible de menor calidad y que se expende en el resto del país. La ENAP produce y comercializa otros tipos de petróleo diesel tal como el denominado Diesel de Invierno pero que tiene una importancia menor por su consumo limitado.

En el proceso de producción, distribución y consumo del petróleo diesel intervienen una amplia gama de actores entre los que se encuentran instituciones públicas y privadas, participando también personas naturales que son los usuarios finales de este combustible.

El marco legal que regula la producción y distribución del petróleo diesel es dictado por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. A su vez, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama), a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, estableció el Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental para la Región Metropolitana, que ha introducido cambios en la calidad de este energético, con el fin de mejorar la calidad del aire de la Región Metropolitana.

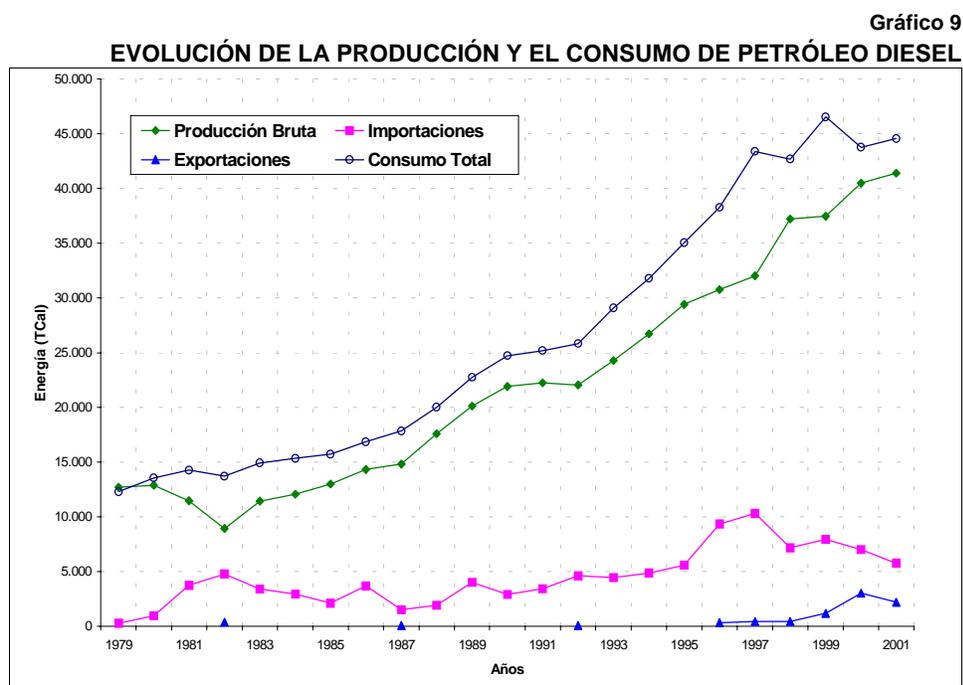
Por otra parte, el organismo que debe velar por el cumplimiento de estas normas es la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Mientras que la normativa acerca de la estructura tributaria que se aplica al petróleo diesel fue establecida por el ministerio de Hacienda a través de la Ley 18.502 de 1986.

Del mismo modo, influyen indirectamente el consumo del petróleo diesel las entidades que regulan a los sectores consumidores, como por ejemplo el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) y el Ministerio de Minería.

La Empresa Nacional de Petróleo es la única empresa en el mercado nacional que produce petróleo diesel mediante sus tres refinerías (RPC, Petrox y Topping de Gregorio). La producción de combustibles líquidos de Enap alcanza para abastecer alrededor del 85% del mercado interno, el resto de la demanda es importada, ya sea por Enap o directamente por las empresas distribuidoras.

El Gráfico 9, resume la situación de la producción bruta, importaciones, consumo final, consumo en centros de transformación y el consumo total de petróleo diesel en Chile.

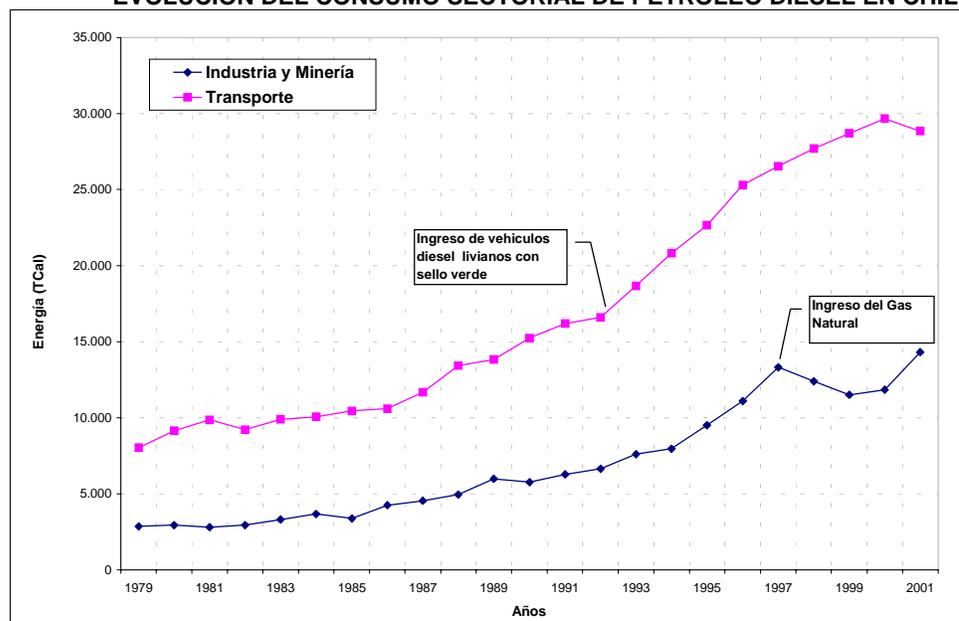
En general, los consumos en los centros de transformación no son importantes, salvo en períodos de crisis eléctrica donde los consumos de diesel aumentaron significativamente, en el resto del tiempo estos consumos se explican como un mecanismo de manejo de la demanda máxima en algunas empresas. Cabe señalar que con posterioridad al año 1992 se produce un claro aumento del consumo final, lo que podría explicarse por la incorporación de vehículos diesel livianos, como se verá más adelante.



Al año 2001, aproximadamente un 67% del consumo de diesel es de responsabilidad del transporte y el 33% de la industria y la minería, teniendo en cuenta como se indica más adelante que parte importante del consumo minero se destina al transporte de minerales. Durante los últimos años, el consumo de petróleo diesel ha estado influenciado por la introducción del gas natural en el mercado, a fines de los 90's, y por la liberalización de la entrada de vehículos diesel livianos, como se puede apreciar en el Gráfico 10 que muestra la evolución del consumo final de este combustible para los principales sectores usuarios.

La liberación de la importación de vehículos diesel livianos parecería contradictoria con la tendencia a buscar opciones alternativas de reemplazo al consumo de petróleo diesel en el transporte público y, además, presiona sobre las importaciones de este derivado del petróleo, el que constituye, junto con el gas licuado propano y las gasolinas uno de los principales rubros de importación de hidrocarburos, a la excepción, evidentemente, del petróleo crudo. Este tema será abordado con mayor profundidad en el capítulo 4.

**Gráfico 10**  
**EVOLUCIÓN DEL CONSUMO SECTORIAL DE PETRÓLEO DIESEL EN CHILE**



Fuente: Elaboración propia a partir de Balances Nacionales de Energía (CNE)

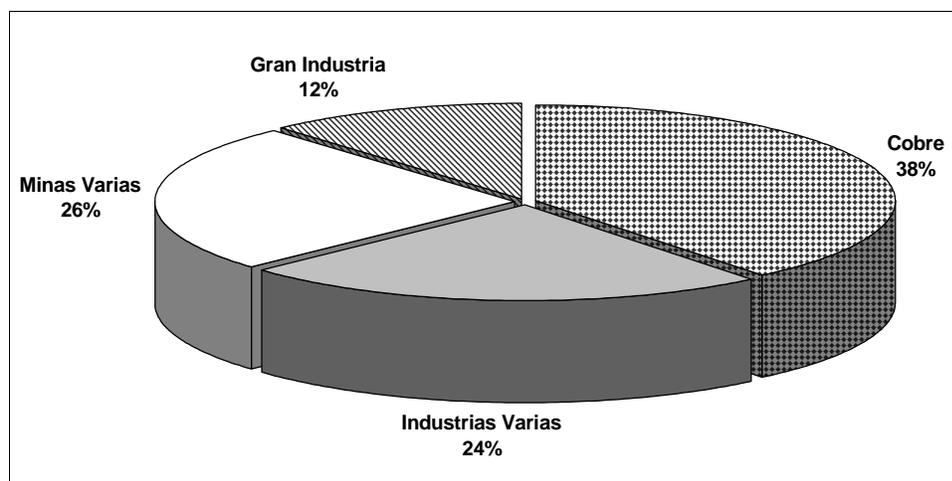
A pesar de los esfuerzos por incorporar combustibles alternativos, el petróleo diesel continúa siendo uno de los energéticos preferidos, al menos en el sector transporte, y al parecer la apuesta apunta a que lo seguirá siendo por lo menos en el corto plazo.

En los últimos años, en respuesta a esta tendencia, se ha intentado mejorar significativamente la calidad de los carburantes, consistentemente con los esfuerzos destinados a reducir la contaminación atmosférica de la Región Metropolitana. Es así como en la última década, el contenido máximo de azufre en el petróleo diesel ha bajado más de 30 veces, de 1 a 0,03 %, al tiempo que ha subido el cetano (equivalente al octanaje en las gasolinas) de 45 a 50, lo cual implica un mejor rendimiento del combustible. Algo parecido ha ocurrido con las gasolinas, principalmente las de alto octanaje (95 y 97, sin plomo), con el agregado de que ya no se producen las de bajo octanaje (81 y 86 octanos), y que, en menos de una década, el uso de gasolinas premium (de alto octanaje) representa más de la mitad del volumen que se vende en el país.

A fines del mes de marzo de 2001 se dejó de expender en todo Chile la llamada bencina 93 octanos roja, combustible con un alto contenido de plomo. En tanto, a principios de abril del mismo año, apareció en el mercado el nuevo diesel ciudad, que disminuye considerablemente las emisiones de azufre. El nuevo diesel ciudad tiene ahora 300 partículas de azufre por millón (antes tenía 1000) lo que significa una reducción no menor, ya que es un combustible usado por el transporte público en Santiago.

Parte importante del consumo de petróleo diesel en el sector industrial y minero<sup>12</sup> en el año 2000 correspondió a la gran minería del cobre (38%), a las industrias varias<sup>13</sup> (24%), a las minas varias (26%) y el 12% restante a la gran industria.

**Gráfico 11**  
**CONSUMO DE PETRÓLEO DIESEL EN LA INDUSTRIA Y MINERÍA, AÑO 2000**



Fuente: Balance Nacional de Energía, CNE

En el caso de la minería del cobre, de acuerdo con informaciones provenientes de una de las principales empresas del área, casi la totalidad del petróleo diesel se consume en el transporte de minerales y productos refinados. Es probable que esta situación sea similar en el caso de las minas varias. Por otra parte, debe mencionarse que en la minería del cobre la contaminación por óxidos de azufre provenientes de la combustión es marginal, comparadas con las resultantes de la refinación de los minerales sulfurados de cobre, del polvo proveniente de la explotación del mineral a tajo abierto mediante el uso de explosivos y las emisiones fugitivas de arsénico.

En el sector industrias varias, la participación del petróleo diesel en el total ha ido disminuyendo, pasando de 42% en 1997 al 24% en el año 2000, existiendo una recuperación durante el año 2001 en que su importancia subió al 33%. En el caso de industrias varias, el combustible analizado se usó probablemente en calderas, lo que no constituye la opción más recomendable desde el punto de vista económico.

El Gráfico 12 muestra el efecto de la introducción del gas natural a partir del año 1997 en el sector industrial, apreciándose un crecimiento sistemático de la importancia relativa del gas natural como abastecedor energético de las industrias varias, creciendo de 34% en 1997 a 69% en 2000. En el año 2001, el petróleo diesel recupera parcialmente su importancia relativa al bajar la participación del gas natural a 56%<sup>14</sup>.

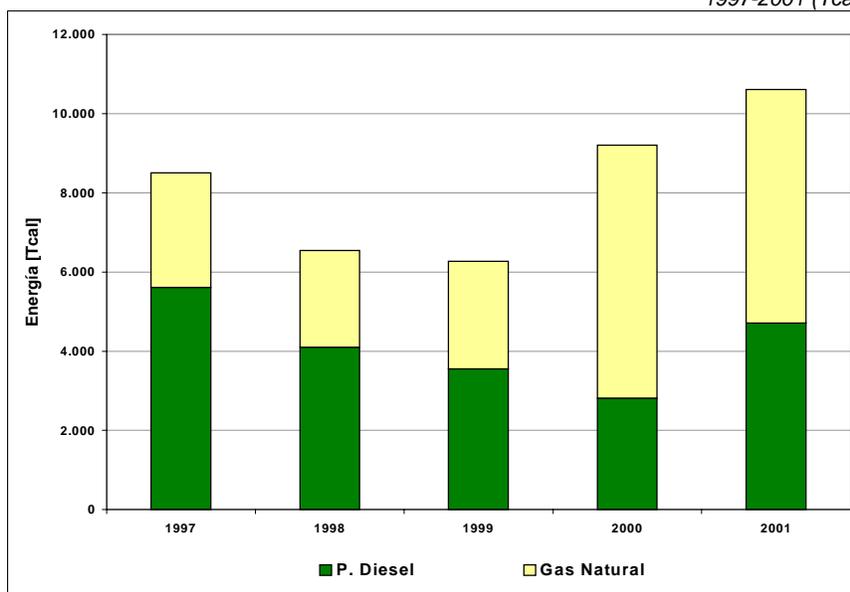
<sup>12</sup> Un 27% del consumo total de petróleo diesel.

<sup>13</sup> De acuerdo con la CNE, entra en esta categoría todas aquellas industrias que no pertenezcan a los rubros siguientes: Cobre, salitre, hierro, papel y celulosa, siderurgia, petroquímica, cemento, azúcar y pesca.

<sup>14</sup> A pesar de que se ha querido homogeneizar los datos para el año 2000, algunas estadísticas como las del gas natural se han actualizado a la información más reciente disponible debido a que por su reciente introducción a la matriz energética del país, se encuentra sometido a una mayor variabilidad.

**Gráfico 12**  
**CONSUMO DE PETRÓLEO DIESEL Y GAS NATURAL EN INDUSTRIAS VARIAS**

1997-2001 (Tcal)



Fuente: Elaboración propia a partir de balances nacionales de energía (CNE)

Ha sido la política ambiental la que ha arrastrado a las refinerías a realizar inversiones destinadas a mejorar los carburantes con el objeto de cumplir con normas cada vez más estrictas. A fin de visualizar la evolución del proceso normativo, se incluye a continuación, en forma esquemática, tanto los hitos globales de la política ambiental como del PPDA para la Región Metropolitana, en lo que afecta más directamente al petróleo diesel.

## A. Política ambiental

Antes de 1990 el país no contaba con una política ambiental, los primeros esfuerzos en este sentido se traducen en la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, dictada en marzo de 1994, esta ley entregó una serie de instrumentos legales que permitieron llenar un vacío importante en el ordenamiento jurídico chileno, al estructurar por primera vez un sistema normativo ambiental para el país. Lo importante de esta ley es su capacidad para organizar el tema, ya que como su nombre lo indica, dicta normas generales que permiten ordenar la normativa ambiental existente y futura.

En este contexto se creó también la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), como servicio público descentralizado, con personería jurídica y patrimonio propio, cuya función es proponer e implementar las políticas ambientales, coordinar el aparato público para la gestión de las mismas y promover la participación del sector privado y la ciudadanía en estas materias.

La Ley N° 19.300 creó, además, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), instrumento de gestión al cual deben someterse los proyectos de inversión y/o actividades productivas, con el fin de determinar los efectos que éstos tendrán sobre el medio ambiente. De este modo, se intenta evitar más daño ecológico y establecer los responsables cuando se produzca un perjuicio al ambiente.

En 1995, se establece el D.S. N°. 94 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, reglamento que fija el procedimiento y etapas para establecer planes de prevención y de descontaminación<sup>15</sup>, particularmente relevante para el tema objeto de este estudio.

A pesar de que existen planes de descontaminación en otras localidades del país, éstos tienen su origen en las grandes actividades mineras e industriales como es el caso, por ejemplo, de las fundiciones de Ventanas y Potrerillos y mineras como ocurre con la localidad de María Elena y Pedro de Valdivia en la segunda región debido a las explotaciones de Soquimich. La contaminación de estas zonas se debe principalmente a emisiones de material particulado u óxidos de azufre, a las cuales el consumo del petróleo diesel contribuye sólo parcialmente.

Distintas son las razones que motivaron la generación del Plan de Prevención y Descontaminación (PPDA) de la Región Metropolitana, ellas guardan relación con la Declaración de la Región Metropolitana como Zona Saturada por cuatro contaminantes (ozono, material particulado respirable, partículas en suspensión y monóxido de carbono) y Zona Latente por dióxido de nitrógeno, mediante D.S. N° 131/96 del 12 de junio de 1996 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia<sup>16</sup>.

En la Región Metropolitana (RM) la contaminación presenta una vinculación más estrecha con el consumo de petróleo diesel debido a la importancia del transporte en las emisiones atmosféricas (48% de las emisiones de Material Particulado en el inventario 2000 de la RM (Ver Recuadro 1). Es así como los planes de prevención y descontaminación de la RM han introducido una presión constante, tanto sobre la producción de petróleo diesel de mejor calidad, como sobre las tecnologías que se utilizan para la combustión de este energético en los vehículos.

En este sentido, los políticas de descontaminación han impuesto en el sector transporte de la RM el consumo del denominado petróleo Diesel A1, un combustible diesel mejorado con respecto al utilizado en el transporte del resto del país. Cabe destacar que el año 2000 la RM consumió casi el 80% todo el petróleo diesel A1 que fue producido en conjunto por las refinerías de Petrox y RPC.

En los últimos años se ha observado un crecimiento pronunciado de la demanda del petróleo diesel en el país, ello probablemente se debe al crecimiento acelerado de importación de vehículos diesel livianos, este fenómeno parece tener su explicación en las ventajas tributarias del petróleo diesel con respecto a las gasolinas, produciendo una distorsión del mercado que podría tener serias consecuencias desde el punto de vista ambiental.

---

<sup>15</sup> El Plan de Descontaminación es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona saturada. El Plan de Prevención, por su parte, es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente.

<sup>16</sup> La combustión de petróleo diesel contribuye significativamente a la emisión de material particulado respirable.

Recuadro 1

**INVENTARIO DE EMISIONES DE LA REGIÓN METROPOLITANA, AÑO 2000**

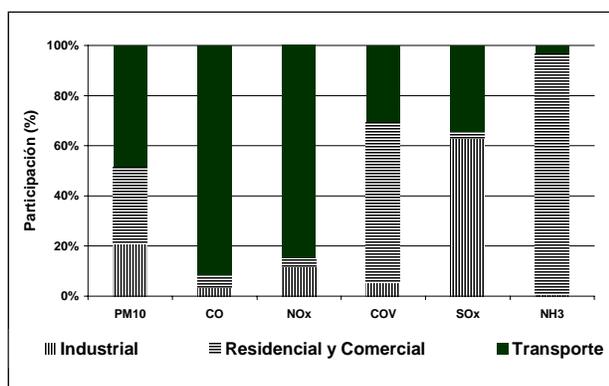
En el Inventario de emisiones de la Región Metropolitana para el año 2000 se ha puesto énfasis en la estimación de las emisiones de óxidos de nitrógenos (NOx) y óxidos de azufre (SOx) dada la responsabilidad que éstos tienen en la formación de material particulado secundario fino (PM2.5<sup>1</sup>). Este último constituye alrededor del 50% del material particulado respirable que se registra en la ciudad.

También se han considerado en forma especial los compuestos orgánicos volátiles (COVs) por su toxicidad y por el papel que junto con los NOx tiene en los procesos fotoquímicos que generan Ozono (O3). En este mismo sentido, se ha desarrollado el primer inventario de amoníaco (NH3), otro importante precursor de material particulado secundario (PM2.5).

En el inventario, a octubre de 2000, las actividades que levantan polvo (conocidas como emisiones fugitivas) se han considerado separadamente de las emisiones de los demás contaminantes, por tratarse de problemáticas y constituyentes que conviene analizar aparte.

En el gráfico 13 se puede apreciar la participación sectorial de las emisiones contaminantes de la RM (sin considerar las actividades que levantan polvo), se advierte que el transporte sigue siendo el sector más contaminante de la región, al ser responsable de un 48% del material particulado respirable (PM10), 84% de los óxidos de nitrógeno (NOx) y 91% del monóxido de carbono (CO). A lo anterior se suma una participación importante en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de azufre (SOx), con un 30 y 34% respectivamente.

**Gráfico 13 PARTICIPACIÓN SECTORIAL DE EMISIONES CONTAMINANTES EN LA REGIÓN METROPOLITANA**



En el cuadro 3 se puede observar que los vehículos que utilizan combustible diesel son responsables de la mayor parte del material particulado emitido

Las fuentes fijas (industrias), participan con el 21% del material particulado respirable (PM10) y con un 64% de los óxidos de azufre (SOx). Referencias internacionales indican que la participación de este sector en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) es importante, pero por falta de información, aún no ha sido posible realizar una estimación confiable para la región. Esto es una tarea urgente en el perfeccionamiento del inventario.

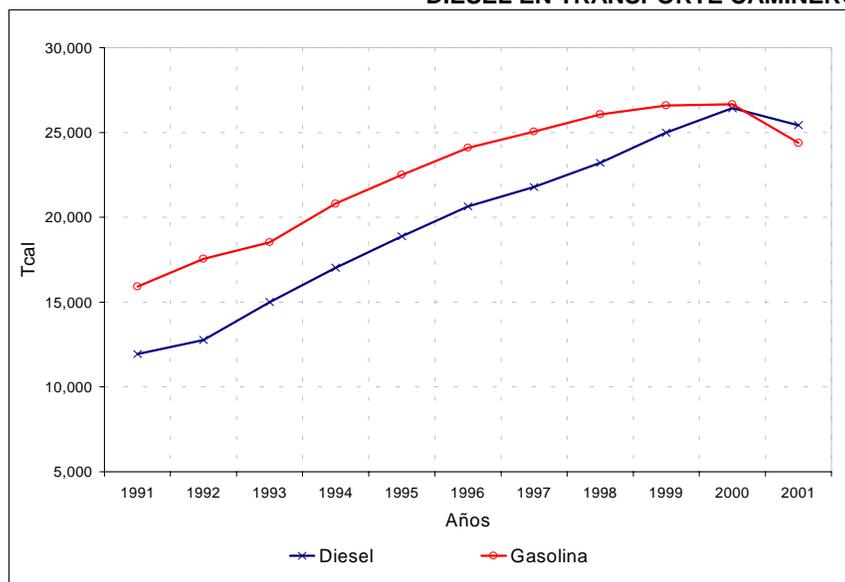
Las emisiones residenciales más significativas son de compuestos orgánicos volátiles (COVs) con un 38%. La combustión residencial de leña genera un aporte importante, con un 13% del PM10. En la categoría de otras fuentes se aporta un 27% de los COVs y 89% de las emisiones de amoníaco (NH3). Esto debido principalmente a la crianza de animales. Esta última medición se ha incluido en el inventario pero considerando que es preliminar y exploratoria.

**Cuadro 3 PARTICIPACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULOS EN LAS EMISIONES DE PM 10, EN BASE AL INVENTARIO DE EMISIONES 2000**

Categoría	PM 10
Buses	50%
Camiones	33%
Particulares	6%
Taxis	1%
Comerciales No Diesel	2%
Comerciales Diesel	8%
Motocicletas	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAMA, 2003.

Gráfico 14  
**EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE GASOLINA Y PETRÓLEO  
 DIESEL EN TRANSPORTE CAMINERO**



Fuente: Elaboración propia en base a balances de energía CNE

## 1. El PPDA

El 6 de Junio de 1998, se oficializó, mediante la publicación del DS N° 16, el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para la Región Metropolitana de Santiago. Este instrumento tiene por objeto proteger a la población de los impactos sobre la salud asociados a la contaminación atmosférica, conteniendo medidas de reducción directa y permanente de emisiones. Dichas medidas están orientadas al control de las actividades que originan la contaminación, esto es: transporte, industria, comercio, construcción, agricultura y polvo resuspendido; igualmente se incluyen medidas de gestión de episodios críticos de contaminación, esto es, aquellas que se implementan en situaciones de alerta, preemergencia o emergencia y medidas de reducción indirecta de emisiones, mediante la sensibilización, participación y educación.

En lo que respecta al transporte, el PPDA contiene una serie de estrategias que buscan minimizar sus impactos ambientales, especialmente en lo relativo a emisiones. Estas estrategias son las siguientes: (i) reducción de emisiones por vehículo, (ii) definición de políticas específicas para la reducción de emisiones de las actividades relacionadas con el transporte de pasajeros y de carga, (iii) incorporación de la variable ambiental en la planificación del Transporte, y (iv) evitar el incremento de viajes motorizados.

### a) Estado actual del PPDA

La evolución de la calidad del aire en la Región Metropolitana, medida en función de la reducción de los episodios críticos de contaminación ambiental registrados entre los años 1989 y 2002 en las estaciones de monitoreo históricas<sup>17</sup>, muestra una importante mejoría para la totalidad de los contaminantes normados en Chile, con la sola excepción del ozono. Sin embargo, en el año 2002 se aprecia un retroceso del proceso de mejora. Con respecto a la fracción fina del Material

<sup>17</sup> Esta evaluación se realizó utilizando datos de 4 estaciones de la red de monitoreo histórica. A partir de 1997 la red MACAM se actualizó incorporando cuatro estaciones más: Pudahuel, Cerrillos, El Bosque y La Florida.

Particulado (MP2,5)<sup>18</sup>, se han registrado reducciones de más del 50% en los promedios anuales para el período 1989 - 2000<sup>19</sup>.

Por otra parte, de acuerdo a estudios realizados por Conama en los últimos años, el material particulado secundario, es decir, aquél que se forma en la atmósfera a partir de gases precursores, tales como los óxidos de azufre, tiene una participación importante en las concentraciones de material particulado, especialmente en la fracción fina, donde supera el 50%. Esta fracción fina es la más agresiva para la salud.

A partir de la identificación del contenido químico del material particulado de la capital y mediante el uso de trazadores, se determinó el origen de cada compuesto presente en éste. Al comparar esta información con el Inventario de Emisiones 2000, se definió la responsabilidad en las concentraciones de MP10<sup>20</sup>, sea por emisión directa de este contaminante, sea por emisión de sus precursores.

Se estimó que los responsables de las emisiones y su impacto relativo en las concentraciones de material particulado producido por actividades humanas (no natural), tanto por su emisión directa como por la emisión de sus precursores, son los que se muestran a continuación:

**Cuadro 4**  
**FUENTES DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO,**  
**SEGÚN CONAMA AL AÑO 2000**

<b>Fuente</b>	<b>Participación</b>
Buses	21%
Camiones	13%
Vehículos livianos y comerciales	14%
<b>Total Fuentes Móviles</b>	<b>48%</b>
Procesos de combustión	12%
Otros procesos industriales	14%
Fuentes residenciales	7%
<b>Total Fuentes Fijas</b>	<b>33%</b>
Quemas agrícolas, crianza de animales, aguas servidas.	19%
<b>Total Fuentes Areales<sup>21</sup></b>	<b>19%</b>

Fuente: CONAMA RM, 2001

A partir de estos números es posible establecer claramente que uno de los principales responsables de las emisiones es precisamente el sector transporte y particularmente el segmento que utiliza petróleo diesel si se considera prácticamente la totalidad de los buses y camiones y un significativo porcentaje de vehículos livianos y comerciales consumen precisamente este energético.

Como se señalara, en el contexto de este informe, al hablar de transporte nos referimos a los vehículos que circulan por las carreteras interurbanas y/o rutas urbanas, dejando a los vehículos que se desempeñan en la industria (fuera de ruta) como parte del consumo industrial, esto es consistente con el desarrollo de las estadísticas energéticas nacionales, de donde proviene la información para el estudio de las tendencias en el consumo de petróleo diesel en el sector transporte.

### **b) Proyecciones del PPDA**

El D.S. N°16 modificado por D.S.N°20/2001, ambos de Ministerio Secretaría General de la Presidencia, establecen la necesidad de realizar Planes de Prevención y Descontaminación

<sup>18</sup> Material Particulado con diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5µm, contaminante en el que, como se señalara, la combustión del petróleo diesel tiene una importancia relevante.

<sup>19</sup> La información para este contaminante sólo se encuentra disponible públicamente hasta el año 2000 y se debate la posibilidad de establecer una norma de emisión para este contaminante

<sup>20</sup> Material particulado con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 µm.

<sup>21</sup> Incluye las categorías de emisión Residencial y Comercial.

Ambiental para la región metropolitana, y de actualizarlos a fin de alcanzar las metas de calidad del aire planteadas para el año 2011 de acuerdo a las exigencias que la Ley 19.300.

En este sentido, la meta principal de la reformulación del PPDA para el período 2000-2005 es terminar con las Preemergencias a 2005 (ver Recuadro 2), por lo que, las medidas propuestas están principalmente dirigidas a mejorar el desempeño ambiental del sector transporte. Entre las medidas inmediatas del plan se encuentran:

- Mejoras en combustibles (Gasolina y Diesel)
- Renovación del Transporte público
- Renovación de Camiones
- Normas más exigentes para vehículos livianos nuevos

Las medidas destinadas a mejorar la calidad del petróleo diesel, tienen principalmente dos beneficios ambientales importantes: por una parte, apuntan a la reducción de las emisión de material particulado y óxidos de azufre debido a la disminución del contenido de azufre en el combustible y, por la otra, permiten el uso de dispositivos de post combustión, tales como filtros de partículas y catalizadores de oxidación lo que se traduce en una mayor reducción de material particulado y de gases en buses y camiones (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5

**MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL PETRÓLEO DIESEL A1**

Propiedades*	Diesel Antes de la Reformulación del PPDA	Diesel desde vigencia de Reformulación del PPDA <sup>22</sup>	Diesel A partir de Julio-2004
Azufre máx. (ppm)	1.000	300	50
Número de cetano mín.	48	50	50
Temperatura 90% recuperado máx. (°C)	338	338	338
Densidad (Kg/L)	0,84+-0,01	0,84+-0,01	0,84+-0,01
Aromáticos % máx.	Informar	35	35
Aromáticos policíclicos % máx.	Informar	10	5
Nitrógeno (ppm)	Informar	170	170

\*Sólo se indican aquellos parámetros que se modifican respecto de las actuales normas

Cuadro 6

**MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL PETRÓLEO DIESEL A2<sup>23</sup>**

Propiedades*	Diesel Antes de la Reformulación del PPDA	Vigencia Reformulación del PPDA
Azufre ppm máx.	1.500	300
Temperatura 90% recuperado máx. (°F)	338	338

\*Sólo se muestran los parámetros que se modifican con respecto a las actuales normas de calidad.

<sup>22</sup> En la práctica ENAP se adelantó a la entrada en vigencia de la norma y a partir de abril de 2001 este combustible es expendido en la Región Metropolitana.

<sup>23</sup> A1 es el petróleo diesel para transporte y el A2 es el combustibles de uso doméstico, industrial y comercial para la Región Metropolitana

**Recuadro 2****¿QUÉ SON LOS EPISODIOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN?**

Cada cierto tiempo, especialmente durante el período otoño-invierno, la población de la Región Metropolitana es afectada por un aumento repentino en los niveles de contaminación del aire. Estas situaciones son conocidas genéricamente como episodios críticos de contaminación atmosférica, los que se originan a partir de la convergencia de una serie de factores meteorológicos que impiden la buena ventilación de la cuenca de Santiago y/o debido a un incremento en las emisiones previo al evento.

Es por eso que la autoridad establece a través de la Resolución 10.047 del Ministerio de Salud (de mayo del 2000) una metodología para decretar tales episodios, basada en la existencia de un modelo de pronóstico que debe cumplir criterios de efectividad. Este modelo es predictivo, por lo que permite a las autoridades proteger de manera más efectiva la salud de la población.

El Índice de Calidad del Aire por Material Particulado, ICAP, es el indicador que, a través de los datos emanados del modelo de pronóstico Cassmassi, sirve como antecedente para que la autoridad pueda determinar que la ciudad enfrentará un episodio crítico de contaminación.

**Cuadro 7****ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (ICAP)**

De esta forma, se produce un episodio crítico cuando se alcanzan niveles de calidad del aire que superan el nivel 200 del ICAP o, lo que es equivalente, los 195 µg/m<sup>3</sup> de concentración de PM10. De ahí en adelante y según vaya empeorando la calidad del aire, se califica el ICAP como malo, crítico, peligroso o que excede. Esto se explica mejor en el cuadro adjunto:

ICAP	Categoría ICAP	PM10 ug/m3 (24 hrs.)	Nivel	Episodio
0-100 Bueno	0	0	0	-
101-200 Regular	100	150	0	-
201-300 Malo	200	195	1	Alerta
301-400 Crítico	300	240	2	Preemergencia
401-500 Peligrosos	400	285	2	Preemergencia
>501 Excede	500	330	3	Emergencia

Todos los días CONAMA Región Metropolitana recibe desde el SESMA los datos de las estaciones de monitoreo de calidad del aire así como el informe pronóstico del CENMA. Posteriormente genera un informe en que se resume la situación de calidad de aire y el pronóstico meteorológico y envía estos antecedentes a la Intendencia.

El Intendente evaluará la situación y cuando corresponda decretará para el día siguiente el episodio de contaminación pronosticado y las medidas a tomar según sea el caso. Dicha decisión será anunciada a la ciudadanía a través de los medios de comunicación así como a los organismos a cargo de la implementación y fiscalización de las medidas.

**Episodios de alerta:**

El estado de Alerta se declara en forma preventiva para evitar que los valores de concentraciones de material particulado respirable (PM10) alcancen o superen el nivel 200 del índice ICAP. Esto significa que cuando la Intendencia declara para el día siguiente un episodio de Alerta en la región, la calidad del aire se mantiene en niveles buenos o regulares, pero la información técnica indica que esas condiciones podrían empeorar y por eso se busca que la población esté menos horas expuesta a esta situación adversa.

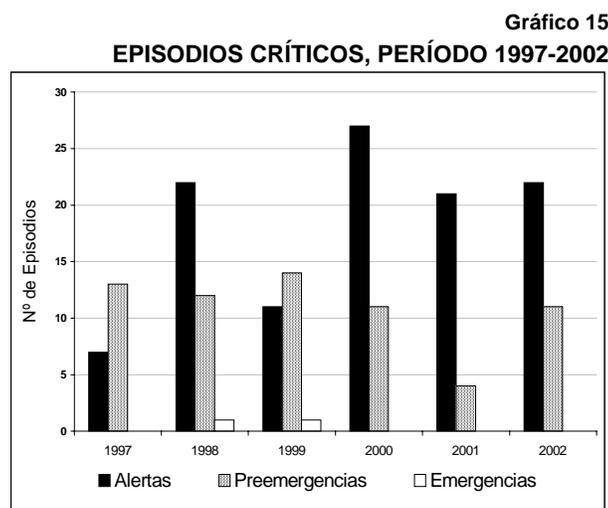
Recuadro 2 (conclusión)

**Episodios de preemergencia:**

El episodio de Preemergencia se declara en forma preventiva para evitar que los valores de concentraciones de material particulado respirable (PM10) alcancen o superen el nivel 300 del índice ICAP. Esto significa que cuando la Intendencia declara para el día siguiente un episodio de Preemergencia en la región, la calidad del aire se mantiene en niveles buenos o regulares, pero la información técnica indica que esas condiciones podrían empeorar y por eso se busca que la población este menos horas expuesta a esta situación adversa.

**Episodios de emergencia:**

Se decreta un episodio de Emergencia en forma preventiva para evitar que los valores de concentraciones de material particulado respirable (PM10) alcancen o superen el nivel 500 del índice ICAP. Esto significa que cuando la Intendencia declara para el día siguiente un episodio de Emergencia en la región, la calidad del aire se mantiene en niveles buenos o regulares, pero la información técnica indica que esas condiciones podrían empeorar y por eso se busca que la población este menos horas expuesta a esta situación adversa.



Fuente: Elaboración propia en base a CONAMA ([www.conama.cl](http://www.conama.cl))

Con respecto a la renovación tecnológica del transporte público, la reformulación del PPDA propone:

- Incorporación de 1.000 buses del tipo "vehículos de tecnologías limpias" (gas, eléctricos, híbridos) al año 2003.
- Inicio de la reconversión, a partir de julio de 2004, con dispositivos post combustión, del 100% de los buses EPA91<sup>24</sup>, EPA94 y no licitados existentes, medida que estaría a cargo del Ministerio de Transportes.
- Establecimiento de emisiones máximas para los buses de locomoción colectiva que circulen en la Región Metropolitana, donde se distinga entre las normas de emisión para motores convencionales y las normas de emisión para motores diesel con sistemas avanzados de tratamiento (en el caso de la norma Europea)<sup>25</sup>.

Sin embargo, expertos en el tema<sup>26</sup> opinan que estas medidas no pueden ser exigidas en la práctica, ya que ello significa la introducción de tecnologías específicas, lo que podría producir distorsiones en el mercado. Por el contrario, lo que si puede ser exigido es una meta de emisión (reducción del 50% del material particulado y 25% de óxidos de nitrógeno con respecto a la situación actual<sup>27</sup>). En la práctica, se establecen incentivos como, por ejemplo, alargar la vida útil de los buses si cumplen con cierto nivel de emisiones, lo que sólo puede lograrse a través de la introducción de los sistemas de tratamiento de los gases de combustión, la respuesta final, sin

<sup>24</sup> EPA91, se refiere a los estándares de emisión para vehículos de carretera establecida en 1991 por la Agencia de Protección Ambiental (EPA por su sigla en inglés) de los Estados Unidos de Norteamérica.

<sup>25</sup> Normas de Emisión establecidas en el Decreto N°130 de Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

<sup>26</sup> Entrevista personal con Mauricio Osses, Departamento de Ing. Mecánica de la Universidad de Chile.

<sup>27</sup> Decreto N° 130, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

embargo, la dará el mercado acogiendo estas opciones o incorporando buses tales que cumplan con las nuevas normas.

En el caso de los camiones, se prevé aumentar las exigencias, imponiendo la norma EURO III<sup>28</sup> a los camiones nuevos que circulen por la Región Metropolitana y la incorporación de sistemas de post combustión. Sin embargo, las condiciones prácticas son las mismas que en el caso de los buses.

## **2. Exigencias de reducción de emisiones para el sector industrial y comercial**

Para el sector industrial, las exigencias establecidas en la reformulación del PPDA, imponen niveles de emisión máxima para monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (MP). Desde el punto de vista del consumo de petróleo diesel tendrá una mayor importancia la reducción de emisiones de SOx y MP. En efecto, las nuevas exigencias plantean incentivos para el uso de combustibles de menor emisión de SOx, de modo que las industrias que certifiquen el uso de gas natural, gas licuado, biogas o electricidad quedarían eximidas de la necesidad de acreditar el cumplimiento de la norma de este contaminante (debiendo cumplir en su lugar la norma de CO).

Con respecto al material particulado y al NOx se propone la asignación de cupos de emisión<sup>29</sup> (el 50% de las emisiones de 1997 para aquellas fuentes estacionarias de la Región Metropolitana que concentran el 80% de las emisiones de ese mismo año). Se establece además que la cuota de emisión individual deberá cumplirse al 1 de enero de 2005, pudiendo accederse al mecanismo de compensación de emisiones.

Con esto se establece un nuevo incentivo para el cambio de combustible por otras fuentes más limpias.

## **B. Impactos ambientales de la introducción de mejoras al petróleo diesel**

Desde el punto de vista ambiental, la contribución específica del combustible no es simple de estimar cuantitativamente, debido a que éste es uno más de los muchos factores que se combinan en la evolución de las emisiones contaminantes. De hecho, en el inventario de emisiones correspondientes a la Región Metropolitana, realizado por el Centro Nacional del Medio Ambiente (Cenma) de la Universidad de Chile, el énfasis en los modelos de emisión se puso en la caracterización de los niveles de actividad del flujo vehicular, en las velocidades medias de circulación y las aceleraciones para los distintos tipos de vehículos; siendo los factores de emisión para cada tipo de vehículo que opera en nuestro país un problema no resuelto debido a la falta de capacidad técnica de medición. Esto se traduce en que los factores de emisión, en particular, para vehículos diesel, son obtenidos de la literatura, sin considerar las características del petróleo diesel comercializado en el país y mucho menos su evolución en el tiempo.

Por lo tanto, el análisis que aquí se realiza para determinar la responsabilidad de la calidad del combustible en las emisión de contaminantes en la Región Metropolitana es de carácter teórico, de manera de establecer órdenes de magnitud y tendencias que permitan comprender la dimensión del problema.

<sup>28</sup> EURO III, se refiere al conjunto estándares de emisión para vehículos de motor que circulan por la comunidad europea desde el año 2000.

<sup>29</sup> Cabe destacar que la Conama ya elaboró el Anteproyecto que pretende crear la ley de Bonos de Emisión (sistema conocido también como Permisos de Emisión Transables) la que introduciría mayor eficiencia en el proceso de descontaminación.

En el inventario de emisiones para la Región Metropolitana (Cenma, 2000), se estimaron las emisiones de la RM en 1997 y se las proyectó a 2005, considerando que no se introducen medidas de mejoramiento como las planteadas en los PPDA de la Región Metropolitana<sup>30</sup>. La idea era evaluar el desempeño del PPDA en la primera etapa del plan, comparando, para el año 2000, el resultado de la extrapolación con una estimación del efecto de las medidas del PPDA para ese mismo año.

En el modelo de contabilización de emisiones utilizado (Copert II), los Factores de Emisión para vehículos diesel consideraban un tipo de combustible de mejor calidad (400 ppmS) que el vigente en el año 1997, cuando se comercializaba en el país un combustible de 1.200 ppmS.

En el Cuadro 8 se muestran las características del diesel usado como referencia en el estudio del Cenma (adoptado por el modelo Copert II), el diesel comercial de 1997 y el diesel ciudad, introducido en abril del 2001.

La línea base definida en la forma planteada más arriba, fue corregida en función de las características del petróleo diesel comercializado en el año 1997. El resultado de esta operación, para los vehículos diesel, se presenta en el Cuadro 9.

**Cuadro 8**

**PROPIEDADES DE LOS DIFERENTES DIESEL UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN**

Propiedad	Unidad	Combustible de referencia COPER II	Combustible comercializado en 1997 en la RM	Combustible comercializado en 2001 en la RM
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	840,0	840,0	840,0
Azufre	Ppm	400,0	1.200,0	300,0
PAH*	%	9,0	10,0	10,0
índice de Cetano		51,0	48,0	50,0
Destilación 95%**	°C	350,0	350,0	350,0

**Fuente:** Elaboración propia

\* Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

\*\* Temperatura a la cual se alcanza el 95% de destilación

**Cuadro 9**

**EMISIONES DE FUENTES MÓVILES DIESEL EN RUTA, EXTRAPOLACIÓN CON COMBUSTIBLE DIESEL COMERCIALIZADO EN LA RM EN 1997**

	MP*	CO	NOx	SO <sub>2</sub>
Año	Ton/año	ton/año	ton/año	Ton/año
1997	2.022,2	8.699,0	25.740,0	6.125,7
2000	2.483,7	10.448,9	28.645,4	7.228,3
2005	3.253,0	13.365,5	33.487,7	9.066,6

**Fuente:** Estimación propia en base a CENMA, 2000.

\* Los valores de MP, consideran sólo las emisiones por el tubo de escape

Las emisiones contaminantes del año 2000 corresponden a una interpolación lineal de las emisiones estimadas en 1997 y 2005 (línea base de emisiones)

Para evaluar el impacto de la mejora de la calidad del combustible y del PPDA, se comparó las emisiones estimadas para el año 2000, según la extrapolación anterior, con aquellas que se produjeron debido a la aplicación de las medidas del PPDA y las que se hubiesen producido en dicho año, si se hubiese introducido el combustible mejorado de 300 ppmS, el que se introdujo efectivamente en abril del 2001.

En el Cuadro 10 se muestran las emisiones correspondientes a la línea base para el año 2000 y aquellas que derivan de las hipótesis de cálculo planteadas más arriba.

<sup>30</sup> Es decir, se proyectó el parque vehicular y sus características de operación en función de las tendencias impuestas por el mercado

**Cuadro 10**

**ESTIMACIÓN DEL EFECTO DEL PPDA Y DEL CAMBIO DE COMBUSTIBLES PARA EL AÑO 2000**

Bases para la estimación	Características del combustible	MP	CO	NOx
Línea base (sin PPDA)	Diesel 1.200 ppmS	2.483,7	10.448,9	28.645,4
Emisiones con PPDA y sin cambio de combustible	Diesel 1.200 ppmS	2.364,0	10.433,3	30.172,3
Emisiones con PPDA y cambio de combustible	Diesel 300 ppmS	2.191,8	10.185,9	30.215,6

**Fuente:** Elaboración propia.

La corrección introducida permite advertir la reducción de emisiones producida sólo al introducir mejoras en el tipo de combustible, la mejora sustancial se advierte en el material particulado en donde la reducción total con respecto a la línea base es de un 12% de los cuales un 7% se debe al cambio de combustible y un 5% a las medidas restantes.

El aumento en las emisiones de NOx, mostrado en el Cuadro 10, se explica, por las bases de cálculo adoptado por el Cenma. En efecto, uno de los supuestos utilizados para la construcción de la línea base fue que no existirían buses pre-EPA al año 2005, mientras que las emisiones al año 2000, con el PPDA, reconoce la existencia de estos buses más contaminantes. A este hecho se suma, que el modelo de flujos vehiculares (Estraus), supone un incremento de buses en las proyecciones 2000 y 2005, lo cual no corresponde al proceso de licitación vigente tiende más bien a mantener este segmento. Por otro lado, la reducción de azufre del combustible, no afecta la emisión de NOx de los vehículos, sin embargo, al mejorar el índice de cetano del combustible, se empeora el desempeño de los vehículos en cuanto a las emisiones de NOx.

Existen estudios que afirman que las mejoras introducidas al Diesel de la RM son más importantes al reducir de 1.200 ppmS a 300 ppmS que al reducir de 300 a 50 ppmS, aún así la segunda mejora como ya se dijo tiene la ventaja adicional de permitir el uso de tecnología de post combustión en buses y camiones. Además, se debe tener en cuenta que la mejora del petróleo diesel contribuye especialmente a la reducción de la parte más fina del material particulado, las que afectan más severamente a la salud de la población (Cuadro 11).

**Cuadro 11**

**REDUCCIÓN DE EMISIONES POR MEJORA EN LA CALIDAD DEL P. DIESEL**

Mejora de la calidad del diesel (ppm de S)	Emisiones (ton/año)		Reducción de la Concentración	Reducción del Daño
	PM	SOx	PM 2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(Miles de USD/año)
1.200 – 300	397	1.591	1,5	20.124
300 – 50	181	161	0,5	6.259
<b>Total</b>	<b>578</b>	<b>1.752</b>	<b>2,0</b>	<b>26.383</b>

**Fuente:** Cifuentes, 2001.

### III. Inversiones ambientales

---

Las exigencias ambientales han impuesto la introducción de tecnologías más limpias. Esto se ha reflejado con especial relevancia en las refinerías en donde se han realizado numerosas inversiones destinadas a mejorar la calidad de los combustibles, especialmente de aquellos que deben abastecer la RM. Destacan en este sentido el aumento del octanaje, la eliminación del plomo y la reducción de los aromáticos y el benceno de las gasolinas. Para los fines de este trabajo, el análisis se concentra en las inversiones que apuntan a mejorar la calidad del petróleo diesel, combustible crítico debido a su utilización en vehículos medianos y pesados (transporte público y de carga), y su creciente utilización en los vehículos livianos.

Existen también inversiones en el sector transporte, aunque su vinculación con el petróleo diesel es menor. En efecto, las exigencias ambientales han evolucionado desde motores Pre EPA 91 utilizados antes de 1994, hasta motores EPA 98 o EURO III que comienzan a ser utilizados en la actualidad. Sin embargo, las inversiones en estos motores se realizan independientemente del diesel producido, con el objeto de cumplir las normas de emisión impuestas para la RM, las que como se vio, regulan el nivel de los contaminantes sin especificar el tipo de combustible.

La incorporación de elementos de post combustión es otro factor que tiene una directa relación con el petróleo diesel, ya que son tecnologías que requieren un combustible de bajo contenido de azufre. Igualmente interesante son los esfuerzos destinados a introducir vehículos de gas (GNC o GLP), ya que ello podría derivar en un

desplazamiento del consumo de petróleo diesel en el sector transporte. Estos temas serán abordados en las secciones siguientes.

## **A. Inversiones en las refinerías**

Las inversiones realizadas en las refinerías con el fin de mejorar las propiedades del petróleo diesel pueden ser divididas de manera muy general en dos tipos de procesos que son los que se han estado implementando desde hace algún tiempo, con el fin de dar cumplimiento a los compromisos adquiridos con las autoridades. En primer lugar, se encuentran los procesos de hidrocracking y en segundo lugar, los procesos de desulfurización del petróleo diesel.

Los procesos de hidrocracking, en líneas generales, son procesos de hidrogenación y ruptura (craqueo) catalítica del gas oil en presencia de un catalizador, su objetivo principal es la producción de petróleo diesel de bajo contenido de azufre. Estos procesos utilizan el gas oil como alimentación. Una fracción de este gas oil, se transforma en petróleo diesel, gases livianos, gas licuado y nafta, y el resto del gas oil no convertido, cuya composición química fue modificada por la hidrogenación, es materia prima para la planta de Cracking Catalítico. En el Cracking Catalítico el uso del gas oil hidrogenado mejora el rendimiento volumétrico de gasolina y gas licuado con lo que se obtiene mayor proporción de estos productos en la reacción. Por otra parte, al hidrogenar el gas oil, el azufre contenido en el mismo se transforma en hidrógeno sulfurado ( $H_2S$ ), que queda en la fracción gaseosa de donde puede ser retirado con facilidad.

Los procesos de desulfurización o hidrotreamiento, utilizan el método de hidrogenación catalítica para remover el azufre de los combustibles y mejorar la calidad de fracciones de destilados del petróleo. Esto se logra a través de la adición de hidrógeno en presencia de un catalizador, se reemplazan los átomos de azufre (S) contenidos en las moléculas de hidrocarburos, generándose con ello un hidrocarburo libre de azufre. El proceso descompone los compuestos azufrados y nitrogenados.

Es decir las inversiones relacionadas con las mejoras al petróleo diesel alcanzan a 209 millones de dólares en 4 años y como se indica en el cuadro anterior existen inversiones relevantes en curso que entrarán en operación en el corto plazo. En forma complementaria con las inversiones identificadas mas arriba, ENAP ha realizado inversiones destinadas a hacer operativas las unidades específicamente destinadas a las mejoras del carburante.

Se presenta a continuación un resumen las inversiones realizadas por las refinerías RPC y Petrox con el fin de mejorar la calidad del petróleo diesel (Cuadro 12).

Cuadro 12

**INVERSIONES REALIZADAS EN REFINERÍAS PARA MEJORAR LA CALIDAD  
DEL PETRÓLEO DIESEL**

Identificación	Puesta en Marcha	Inversión (MUSD)	Características Técnicas	Presión de Operación (lb/plg <sup>2</sup> )	Capacidad (m <sup>3</sup> /día)	Conversión (%)
RPC						
Unidad de Mild Hydrocracking	1997	30	Hydrocracking Suave	1.000	2.000	30
Unidad de Hydrocracking	2000	63	Hydrocracking	1.400	3.200	40
Unidad de Desulfurización de Diesel (asociada al nuevo Complejo industrial)	2006	N/D	Desulfurización		7.000	N/A
PETROX:						
Unidad de Hydrocracking Severo	1997	56	Hydrocracking Severo	2.000	1.600	85
Unidad de Hidrotratamiento de Diesel (asociada a la Unidad de Coker)	1999	30	Hidrotratamiento	850	1.400	N/A
Unidad de Desulfurización de Diesel	2000	30	Desulfurización	600	1.900	N/A
Unidad de Hydrocracking	2004	95	Hydrocracking	1.400	3.500	50

Fuente: ENAP

Notas: N/D: No definida, N/A: No aplica.

## B. Inversiones en el sector transporte

Se supone que la licitación de 2005 del transporte público traerá consigo un cambio sustancial en el sistema de transporte de la capital (ver Recuadro 3). Aunque las características de la licitación no se encuentran definidas aún, se han realizado estudios destinados a definir los posibles escenarios hacia los que podría evolucionar el transporte público.

Entre las tecnologías que se han evaluado como posibles de ser implementadas se encuentran:

- Vehículo diesel convencional que cumpla con las normas de emisión EURO III ó EPA 98
- Vehículo diesel convencional articulado que cumpla con las normas de emisión EURO III ó EPA 98
- Vehículos híbridos diesel-eléctricos
- Trolebuses
- Tranvías
- Buses diesel convencionales provistos de sistemas DOC<sup>31</sup> de postratamiento
- Buses diesel convencionales provistos de sistemas DPF<sup>32</sup> de postratamiento

Los dos últimos se han evaluado suponiendo que el cambio tecnológico deberá ser introducido en forma gradual, y que por lo tanto, en la etapa de transición coexistirán tecnologías antiguas y nuevas, haciéndose entonces necesario incorporar tecnologías de control que reduzcan la tasa de emisión de los vehículos en uso, especialmente aquellos de alto kilometraje y que tienen un importante grado de responsabilidad en la generación de compuestos contaminantes.

Estas tecnologías pueden ser agrupadas en tres grandes tipos a saber.

- **Sistemas DPFs (Diesel Particulate Filter)**, que corresponden a dispositivos tipo trampa de partículas destinados sólo a la reducción de Material Particulado. Necesitan siempre

<sup>31</sup> DOC: diesel oxidation catalyst. Sistema catalítico de oxidación para HC, CO y MP

<sup>32</sup> DPF: diesel particulate filter. Sistema de filtro para MP, con acción sobre HC y CO

de una regeneración, ya sea catalítica o térmica, que logre degradar el material y evitar que se acumule en el dispositivo.

- **Sistemas DOC (Diesel Oxidation Catalyst)**, que corresponden a dispositivos catalizadores de oxidación, en los que, a diferencia de los sistemas PDFs, el flujo de gases de escape no es obstruido sino que pasa por el dispositivo catalizador de igual manera como en el caso de un convertidor catalítico de vehículos livianos que funcionan con gasolina. Controla los niveles de CO, HC y MP.
- **Sistemas controladores DeNOx o LeanNOx**, que corresponden a dispositivos especialmente destinados a remover los NOx. Esto es necesario por que en general los sistemas catalizadores de oxidación (tipo DOC) sólo oxidan los HC, CO y eliminan parte importante del MP soluble, pero no logran reducir los NOx para lo cual se han diseñado estos sistemas especiales.

Desde luego, existen soluciones que mezclan estas tres tecnologías básicas para lograr un tren de dispositivos de escape que logren los objetivos de reducción deseados, sin embargo, cuando se trata de reducir también los niveles de NOx, casi en todos los casos se trata de experiencias piloto y de alto costo que colocan dispositivos en serie.

Como es imposible conocer a la fecha actual cuál será la solución o combinación de opciones que el mercado adoptará para cumplir las exigencias de la autoridad, se ha considerado conveniente mostrar los costos unitarios de inversión, operación y mantenimiento de estos equipos y de los sistemas de propulsión que podrán potencialmente ser utilizados en un futuro cercano. Los cuadros siguientes muestran dichos costos unitarios.

Cuadro 13

**COSTOS DE INVERSIÓN PARA CADA TECNOLOGÍA (USD/UNIDAD)**

Tipo de buses	Tecnología	Costo (USD/unidad)	Vida útil (Años)
Simples	DOC	2.500	5
	DPF	7.000	5
	EPA91	70.000 (*)	10
	EPA94	90.000 (*)	12
	EPA98 Diesel	120.000	12
	EPA98 GNC	150.000 (*)	12
	Híbrido	125.000	12
	Trolebús	394.000 - 600.000	12
	EPA98 Diesel	164.000	12
Articulados	EPA98 GNC	210.000	12
	Híbrido	210.000	12
	Tranvía	2.700.000	25

Fuente: Sectra, 2003

(\*) Estimaciones del consultor

El estudio de cambio tecnológico realizado para SECTRA analizó 9 escenarios<sup>33</sup> de cambio de tecnologías en el transporte público de Santiago basándose en sistemas de ejes troncales y servicios alimentadores (como se plantea en el Pan de Transporte Urbano de Santiago), los resultados obtenidos permitieron sugerir que la mejor alternativa es el uso de buses diesel respecto de tecnologías de mayor costo y que los sistemas de post tratamiento presentan ventajas económicas con respecto a sistemas de propulsión eléctricas o de GNC. Esto, a pesar que los resultados indican que las mayores reducciones de emisión de MP y SO<sub>2</sub> se logran incorporando tecnologías GNC.

Por otro lado, el rechazo reciente, por parte de las autoridades, de la opción de transporte urbano eléctrico -complementario con el ferrocarril metropolitano- es una confirmación de la intención de adoptar las opciones más probadas y más económicas. Sin embargo, la opción GNC es

<sup>33</sup> Ver Anexo 1: Definición de escenarios de cambio tecnológico

una alternativa que puede llegar a ser viable en un futuro cercano, siempre y cuando se establezca algún tipo de incentivos tributarios para promover este tipo de soluciones.

Cuadro 14

## COSTOS VARIABLES PARA CADA TECNOLOGÍA (USD/KM.)

Tipo de buses	Tecnología	Mantenimiento	Operación	Combustible	Total
Simples	DOC-EPA91	0,02	0,019	0,171	0,210
	DPF-EPA94	0,02	0,052	0,242	0,314
	EPA91	0,02	0,019	0,168	0,207
	EPA94	0,02	0,052	0,237	0,309
	EPA98 Diesel	0,02	0,052	0,237	0,309
	EPA98 GNC	0,021	0,055	0,160	0,236
	Híbrido	0,019	0,049	0,2110	0,279
Articulados	Trolebús	--	0,34 – 0,45	--	0,340 - 0,450
	EPA98 Diesel	0,023	0,06	0,289	0,439
	EPA98 GNC	0,025	0,064	0,195	0,284
	Híbrido	0,022	0,057	0,257	0,336
	Tranvía	0	0,34 – 0,45	0	0,340 - 0,450

Fuente: Sectra, 2003

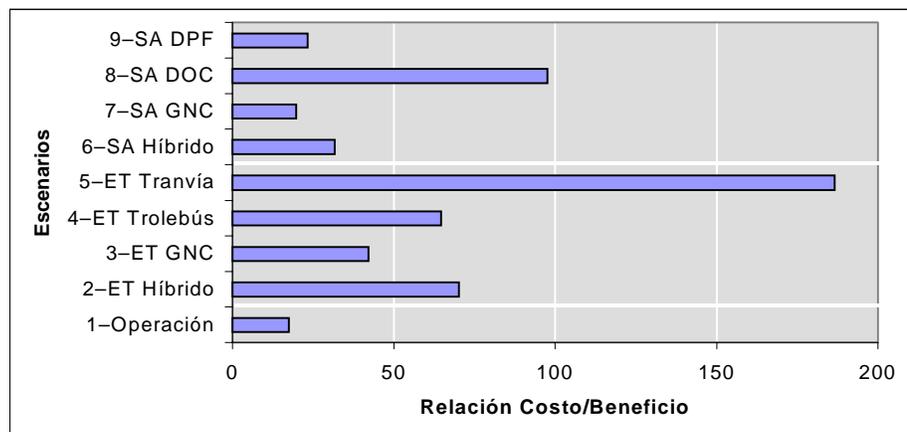
Con respecto a los dispositivos de post combustión, no se dispone de información acerca de su uso actual, sin embargo, se espera que ésta aumente una vez que se establezcan las bases de la nueva licitación, debido a que podría ser la única manera de alargar la vida útil de los buses antiguos.

La Gráfico 16 presenta la relación costo/beneficio para los distintos escenarios de cambio tecnológico analizados por Sectra (2003). Los beneficios incluyen las mejoras en salud, visibilidad y materiales, asociadas a las reducciones de contaminantes, no se incluye la valoración económica de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Dados los supuestos bajo los cuales fueron construidos los escenarios en el estudio de Sectra, el escenario 1 no puede ser comparado con los demás<sup>34</sup>, sino que solamente con la situación actual. Así mismo, los escenarios 2 al 5 comparan los resultados de los vehículos diesel actuales en un eje troncal con distintas alternativas tecnológicas y lo mismo ocurre con los escenarios 6 al 9 que deben ser comparados con la operación de la opción diesel convencional en un servicio alimentador.

Gráfico 16

## RELACIÓN COSTO / BENEFICIO SEGÚN ESCENARIO DE CAMBIO TECNOLÓGICO



Fuente: Elaboración propia en base a Sectra, 2003

<sup>34</sup> En efecto, el escenario 1 es global, mientras que el resto de los escenarios se refieren al estudio de las alternativas para servir ya sea una red troncal o un servicio alimentador.

Al comparar los costos totales de los distintos escenarios propuestos, en relación con su escenario base respectivo (ver Cuadro ), es posible observar que la introducción de mejoras tecnológicas reduce los costos totales, debido principalmente a sus menores gastos en combustible. Ello es particularmente interesante en el caso del GNC, tecnología que pareciera estar alcanzando niveles competitivos, sin embargo, su introducción masiva al parque vehicular nacional requiere una regulación tributaria clara.

El que las alternativas tecnológicas tengan costos similares o, incluso menores, que el escenario base las hace particularmente atractivas, ya que en estas condiciones ellas no sólo se justifican por razones ambientales.

**Cuadro 15**  
**COSTOS TOTALES PARA CADA ESCENARIO SEGÚN SU TIPO (M USD/AÑO)**

Escenario	Inversión	Mantenimiento	Operación	Infraestructura			Combustible	Total		
				0 Km.	100 Km.	280 Km.		0 Km.	100 Km.	280 Km.
0-Base	75,94	13,74	27,99	0	0	0	146,71	264,4	264,4	264,4
1-Operación	71,93	11,02	26,63	0	42,9	120,1	130,6	240,2	283,1	360,3
Base	3,05	0,4	1,03		12,77		4,98		22,22	
2-ET Híbrido	3,91	0,38	0,98		12,77		4,43		22,46	
3-ET GNC	3,91	0,43	1,1		12,77		3,35		21,55	
4-ET Trolebús	7,34	0	5,85		26,64		0		39,83	
5-ET Tranvía	50,85	0	5,85		58,28		0		114,98	
Base	9,38	1,3	3,38		0		15,41		29,46	
6-SA Híbrido	9,77	1,23	3,18		0		13,7		27,89	
7-SA GNC	11,72	1,36	3,57		0		10,37		27,03	
Base	6,46	1,3	2,61		0		13,79		24,16	
8-SA DOC	6,53	1,3	2,61		0		13,87		24,31	
9-SA DPF	6,81	1,3	2,61		0		13,99		24,71	

Fuente: Sectra 2003

Conviene destacar el hecho que una racionalización y reestructuración del sistema de transporte público, representada por el escenario “operación”, permite alcanzar las metas de descontaminación de la autoridad, lo que no hace imperativo recurrir a tecnologías limpias, como las presentadas en los escenarios alternativos, en la próxima licitación del transporte público de la Región Metropolitana, prevista para el año 2005.

## Recuadro 3

**TRANSANTIAGO, NUEVO PLAN DE TRANSPORTE URBANO DE SANTIAGO**

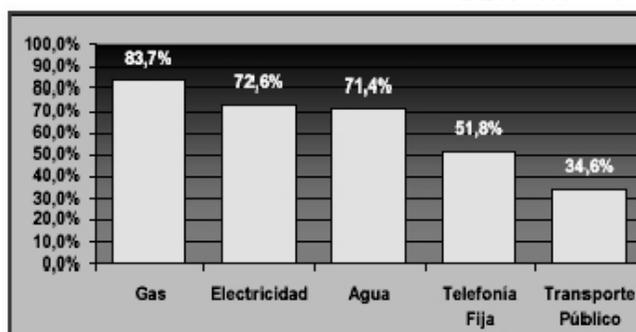
El proyecto Transantiago se justifica plenamente, ya que el sistema de transporte de la ciudad de Santiago es el servicio peor evaluado por los ciudadanos de la capital (ver Gráfico 17), quizás es por esto que la demanda de Transporte público se ha reducido en cerca de un 20% en los últimos 10 años (ver Cuadro 16). A esto se suma el hecho de que este sector es una de las principales causas de los graves problemas ambientales que aquejan a la ciudad.

Con la creación del Directorio de Transporte de Santiago (DTS) y la Coordinación General del Transporte de Santiago (CGTS) en marzo de 2002 se pone en marcha el Plan de Transporte Urbano que tiene como meta superar este mal desempeño del transporte público.

El DTS tiene carácter Interministerial y su objetivo es prestar asesoría a la Presidencia. La CGTS por su parte es la unidad operativa del DTS y depende del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Los objetivos políticos planteados para el Plan de Transporte Urbano, que luego fue denominado proyecto Transantiago son: Promover el desarrollo sustentable, participativo y armónico de la ciudad y su sistema de transporte urbano, establecer un sistema integrado de transporte público, promover formas no motorizadas de movilizarse, racionalizar el uso del automóvil y armonizarlo con el objetivo de una ciudad sustentable para las personas y modernizar la institucionalidad pública del sector.

**Gráfico 17**  
**EVALUACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS: PORCENTAJE DE NOTAS 6 Y 7**



A pesar de que Transantiago es muy amplio en sus objetivos, uno de los puntos que se consideran más relevantes, tanto por sus impactos en la calidad de vida de la población como por su compleja implementación es la modernización del Transporte Público, especialmente en lo que respecta a los buses. En este sentido las metas del plan son, entre otros, producir la empresarización del sector, profesionalizar a los conductores, incorporar un sistema de pago automático (Multivía), incorporar nueva tecnología de buses, mejorar la infraestructura vial, crear nuevas unidades de negocios (conocidas como Redes Troncales y Servicios Alimentadores). Todo esto manteniendo las tarifas en los niveles actuales.

**Cuadro 16**  
**CAÍDA DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE PÚBLICO**

Tipo de Transporte	1991	2001
Buses	59,6%	40,8%
Metro	8,5%	7,1%
Automóvil Particular	18,5%	36,9%

Una vez implementado el plan se espera reducir en un 60% las líneas de transporte actuales, reducir en un 27% las distancias recorridas en horas de punta y en un 50% las distancias recorridas fuera de ellas, también se espera reducir los costos operacionales actuales en un 32% en horas de punta y en un 51% fuera de ellas y, por supuesto, se espera reducir en un 75% las emisiones de material particulado y en un 40% las emisiones de óxidos de nitrógeno.

Para tener una idea, sólo las mejoras infraestructurales (construcción de vías segregadas para buses, conexiones viales estratégicas, estaciones de transferencia y paraderos) tienen un costo de inversión USD 208 millones. El Banco Mundial es el ente crediticio que permitirá la pronta ejecución de estas obras.

Otros de los objetivos de Transantiago que se encuentran en desarrollo son el ordenamiento del parque de taxis y el impulso de medios de transporte no motorizados fuertemente orientado al desarrollo de ciclovías.

Fuente: Elaboración propia

## **IV. Evolución del mercado chileno de petróleo diesel y la regulación tributaria actual**

---

### **A. Penetración de vehículos diesel livianos en Chile como resultado de los incentivos tributarios existentes**

En los últimos años se ha detectado una entrada importante de vehículos diesel livianos, y aunque no se dispone de cifras oficiales, distintas fuentes (periódicos y presentaciones en Seminarios) coinciden en señalar que el parque está creciendo a tasas muy elevadas como resultado de un esquema tributario que favorece el uso de vehículos livianos que consumen petróleo diesel. A continuación se presenta un cuadro que resume la información que circula en dichas fuentes.

Conviene señalar que las estadísticas del Laboratorio de Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) indicarían que del orden de un 25% de los vehículos mostrados en el cuadro anterior serían vehículos medianos diesel. Aun cuando esto último no modifica las tendencias y conclusiones del fenómeno analizado, matiza en parte los efectos del mismo.

Estimaciones globales indicarían que en el mercado existen más de 100.000 unidades diesel livianas, lo que constituye un grado importante de penetración de este tipo de vehículos, si se considera que al año 2000 existían en el país 2.078.900 vehículos motorizados, de los cuales 1.139.000 eran automóviles y station wagons y que, para el

mismo año, en la Región Metropolitana había 555.000 automóviles y station wagons. El Gráfico 18 permite visualizar la estructura total del parque de los vehículos livianos.

**Cuadro 17**  
**INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS LIVIANOS DIESEL**  
**AL PARQUE AUTOMOTRIZ CHILENO**

Años	Vehículos anuales
1997	13.646
1998	12.988
1999	S.I.
2000	16.851
2001	22.000

**Notas:**

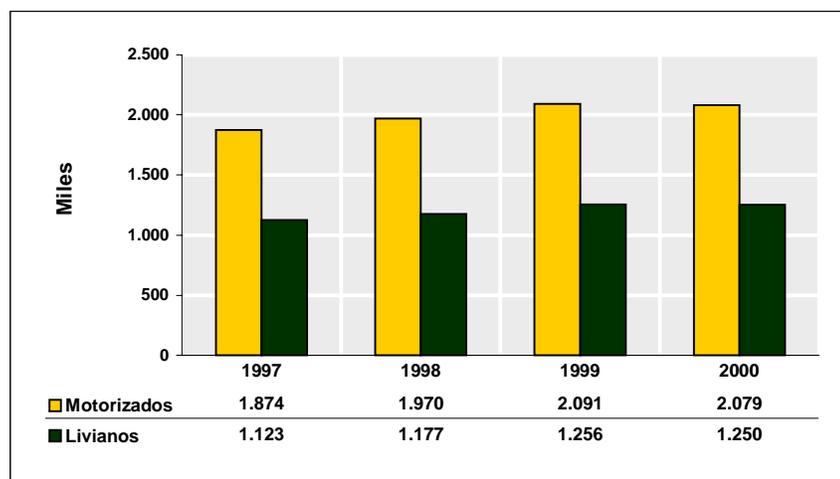
S.I.: Sin Información.

Entre 1997 y el 2000 informaciones de prensa

Año 2001, Estimación Saphores, 2001

Las consecuencias de este fenómeno son preocupantes no sólo por el problema ambiental asociado a las emisiones de los vehículos diesel sino también porque la “dieselización” del parque vehicular produce una menor recaudación fiscal, lo que podría acentuar aún más los impactos producidos sobre la sociedad, considerando que la caja fiscal dispondría de menores recursos, eventualmente destinables a velar por la salud de la población.

**Gráfico 18**  
**PARQUE DE VEHÍCULOS LIVIANOS EN CHILE**



Fuente: Estadísticas de transporte, INE.

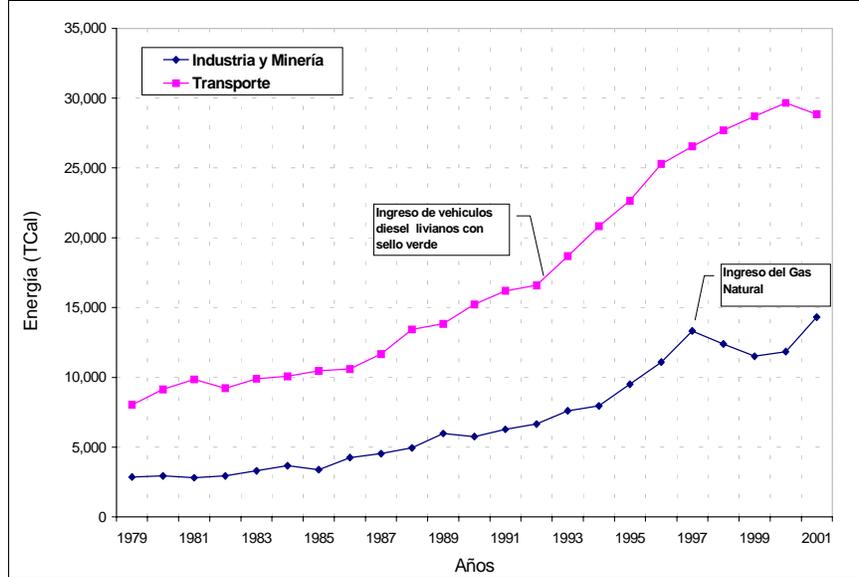
## B. Origen de la acelerada penetración de los vehículos diesel livianos en el parque automotriz chileno: ley del impuesto específico a los combustibles vehiculares

El fenómeno de la “dieselización” del parque vehicular liviano puede ser atribuido a la suma de dos situaciones distintas. Por una parte, en los últimos diez años se ha observado un gran desarrollo de la tecnología de motores diesel pequeños alcanzando un desempeño muy similar - incluso superior en eficiencia- al de los motores de encendido por chispa y, por otra parte, la existencia de una estructura tributaria que favorece el uso del petróleo diesel respecto de la gasolina. En efecto, hoy en día, el impuesto específico a la gasolina es cuatro veces superior al impuesto específico al petróleo diesel, lo que se traduce, a nivel de precio al público, en que la gasolina cuesta al consumidor final aproximadamente un 50% más que el petróleo diesel.

Es posible advertir dos quiebres en la tendencia del consumo del petróleo diesel destinado al transporte (Gráfico 19). El primero de ellos, en 1986; dicho quiebre pareciera ser atribuible a la fuerte expansión de las exportaciones, entre otras de: maderas, frutas y minerales, las que son transportadas por camiones pesados, los que utilizan en forma exclusiva petróleo diesel (ver Gráfico 20). El segundo cambio en la tendencia, que se suma al fenómeno anterior, ocurre a partir de 1992, año en el cual se autoriza el uso de vehículos diesel livianos con sello verde<sup>35</sup>. Dicha autorización se vincula a la mejora tecnológica de estos vehículos, lo que les permite cumplir con las normas ambientales nacionales.

Gráfico 19

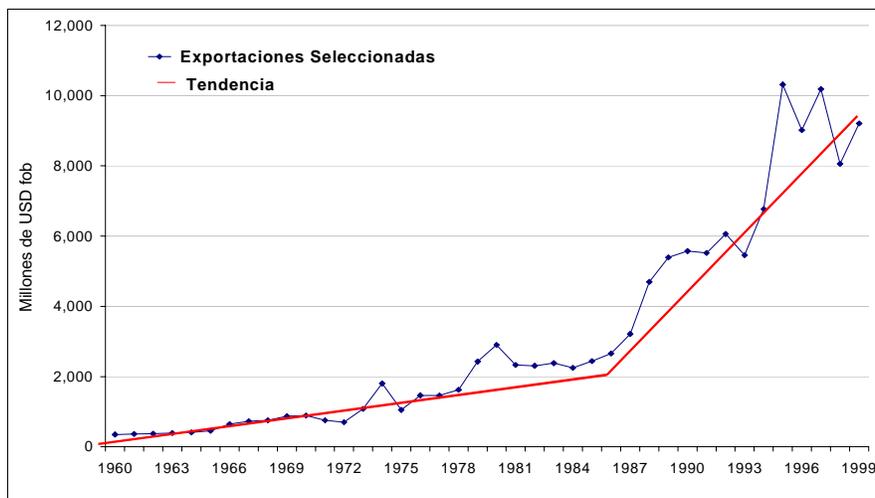
**CONSUMO DE PETRÓLEO DIESEL EN EL TRANSPORTE Y LA INDUSTRIA**



Fuente: Elaboración propia en base a balances de energía (CNE)

Gráfico 20

**EXPORTACIONES SELECCIONADAS<sup>36</sup>**  
(en Millones de USD FOB)



Fuente: Elaboración Propia en base a estadísticas del Banco Central

<sup>35</sup> Los requisitos para el otorgamiento del sello verde fueron establecidos por el D.S. 211/91

<sup>36</sup> Se seleccionaron las exportaciones que tienen relación más directa con el transporte (en peso transportado), éstas son: fruticultura, silvicultura, cobre, maderas, y papel y celulosa.

## 1. Contenidos de la ley 18.502

La ley 18.502 del Ministerio de Hacienda, publicada en abril de 1986, (que se presenta en forma más detallada en el Anexo 2) establece un impuesto anual<sup>37</sup> para los vehículos que circulan en ruta y que se encuentren autorizados a utilizar GNC o GLP como combustible. En la actualidad la situación es la que se indica en el cuadro siguiente:

**Cuadro 18**  
**SITUACIÓN ACTUAL DE IMPUESTOS PARA VEHÍCULOS**  
**QUE UTILICEN COMBUSTIBLE GASEOSO**  
(en UTM<sup>38</sup>/año)

Tipo de Vehículo	Combustible Utilizado	
	GNC	GLP
Vehículos particulares	8,6	8,6
Taxis, Buses y Camiones	19,2	45,0

**Fuente:** Uso de GLP como Combustible Vehicular, Gasco S.A. julio 2001.

Además, dicha ley establece los impuestos específicos para las gasolinas y el petróleo diesel automotriz, los que constituyen un gravamen a la primera venta o importación de gasolina automotriz y de petróleo diesel. La tasa del impuesto es de 1,5 UTM por m<sup>3</sup> para el petróleo diesel y para la gasolina automotriz el impuesto, a contar del 1° de enero del año 2001, subió de 5,2 UTM por m<sup>3</sup> a 6 UTM por m<sup>3</sup>.

El Gráfico 21 permite visualizar la importancia relativa del impuesto específico a la gasolina y al petróleo diesel en el precio a público de ambos carburantes. Ello es particularmente significativo si se considera que el precio a nivel de refinería de ambos carburantes es prácticamente el mismo. Si bien el Gráfico 21 corresponde al promedio de los valores de Diciembre del año 2002, las conclusiones generales no se modifican sustancialmente si se asume otra fecha distinta de la utilizada para la elaboración del gráfico. En el gráfico se incluye el efecto del FEPP, a pesar de que a la fecha considerada éste era cero.

En consecuencia, lo que explica la clara diferencia al nivel de precio final entre el petróleo diesel y la gasolina es el hecho que el impuesto específico de esta última es 4 veces superior al del petróleo diesel.

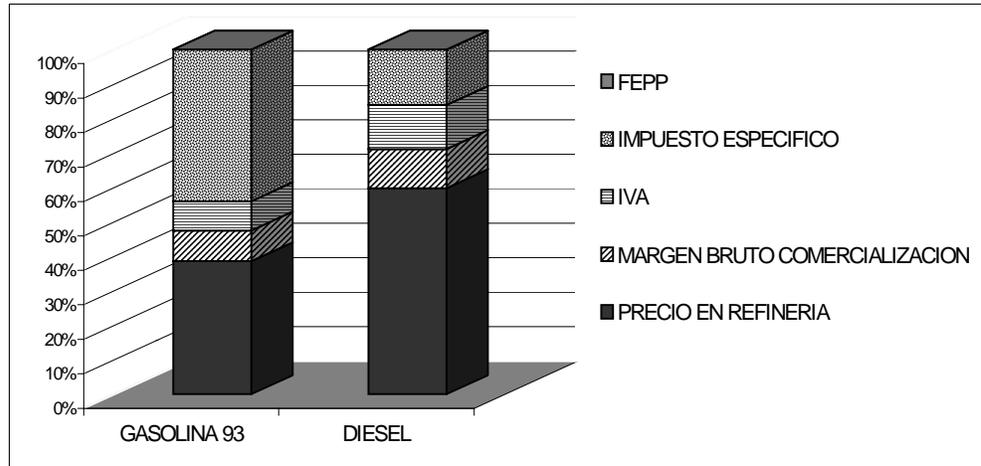
El precio de la gasolina ha sido clara y sistemáticamente más elevado que el del petróleo diesel, lo que explica, como se ha señalado a lo largo de este documento, la fuerte penetración de los vehículos livianos diesel, una vez superadas las barreras impuestas por la normativa ambiental (Gráfico 22).

<sup>37</sup> Aplicado a través del permiso de circulación

<sup>38</sup> La Unidad Tributaria Mensual (UTM) es una unidad económica que se utiliza para fines tributarios y se reajusta mensualmente de acuerdo al IPC. Su valor a diciembre del 2002 era de \$ 29.389

Gráfico 21

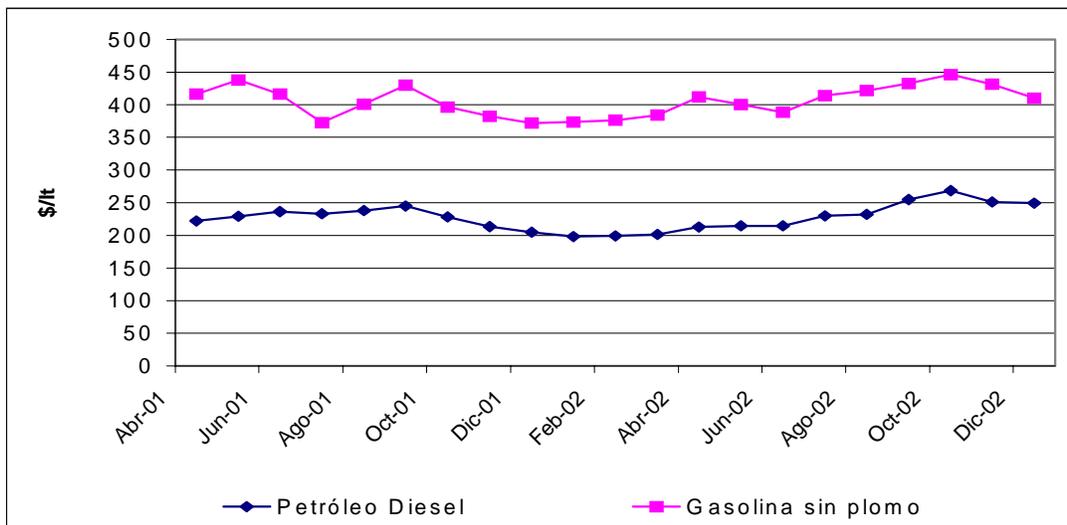
**ESTRUCTURA DEL PRECIO DE VENTA DE LA GASOLINA 93 Y EL PETRÓLEO DIESEL**



Fuente: Elaboración propia en base a información CNE.

Gráfico 22

**EVOLUCIÓN RECIENTE DE LOS PRECIOS FINALES DEL PETRÓLEO DIESEL Y LA GASOLINA**



Fuente: Elaboración propia.

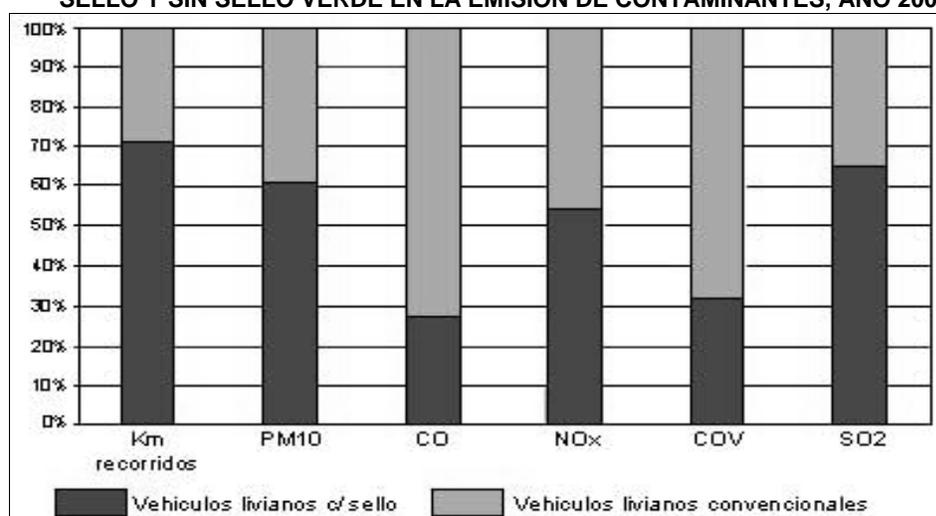
En el año 1986, cuando se estableció el impuesto específico a los combustibles, el petróleo diesel se utilizaba básicamente en el transporte pesado (buses y camiones) y por lo tanto, la baja tributación al petróleo diesel estaba orientada a mantener costos relativamente reducidos para el transporte público y el transporte de carga. Por otro lado, es necesario recordar que la problemática ambiental adquiere una relevancia significativa sólo en la década de los 90s, especialmente a partir del establecimiento de la institucionalidad ambiental, la que adquiere fuerza legal mediante la ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente. Contextualizada de esta manera, la ley del impuesto específico parecería haber tenido un sustento lógico, sin embargo, en la actualidad, los factores tecnológicos y ambientales mencionados parecen sugerir la necesidad de una pronta modificación a esta ley.

## C. Consecuencias ambientales y económicas de la actual tributación de los carburantes

### 1. Consecuencias ambientales

Los vehículos con sello verde cuentan con tecnologías que los hacen emitir menor cantidad de contaminantes que las tecnologías convencionales a gasolina y diesel. Sin embargo, su importancia relativa en el parque nacional hace que su aporte a la contaminación sea tan importante como éstas últimas, tal como lo muestra la Gráfico 23. En consecuencia, una política ambiental tiene que tener en cuenta esta circunstancia, y no sólo las emisiones unitarias de los vehículos con sello verde, sean éstos a gasolina o a petróleo diesel.

Gráfico 23  
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL PARQUE DE VEHÍCULOS LIVIANOS CON SELLO Y SIN SELLO VERDE EN LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES, AÑO 2000

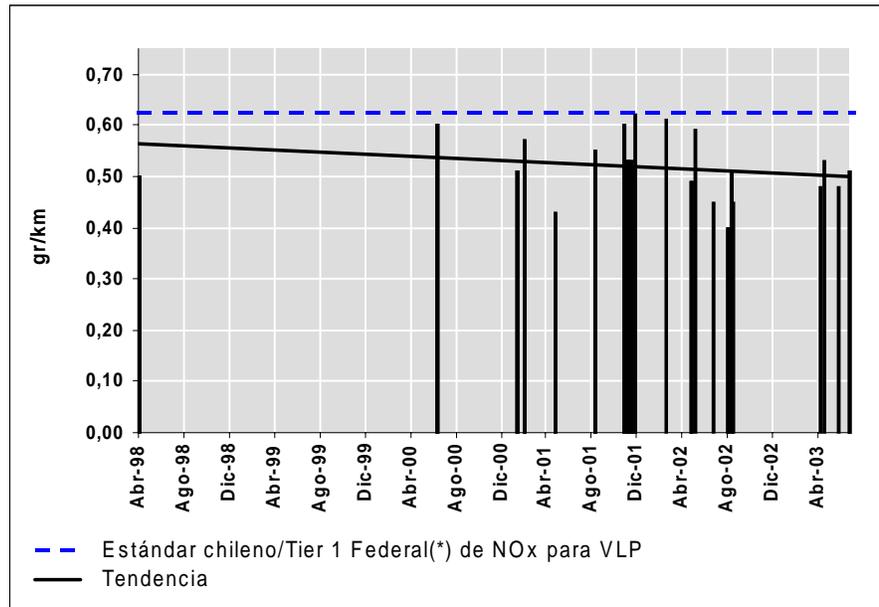


Fuente: CONAMA, RM

Es importante destacar que las actuales normas para hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO) para vehículos livianos diesel, no presentan ninguna relación con los niveles de emisión de los vehículos que están entrando al mercado nacional. Se puede destacar, por ejemplo, que mientras la norma de CO establece un máximo de emisión 6,2 gr/km para los vehículos diesel livianos particulares, los vehículos de este tipo que actualmente ingresan al parque vehicular emiten alrededor 0,5 gr/km.

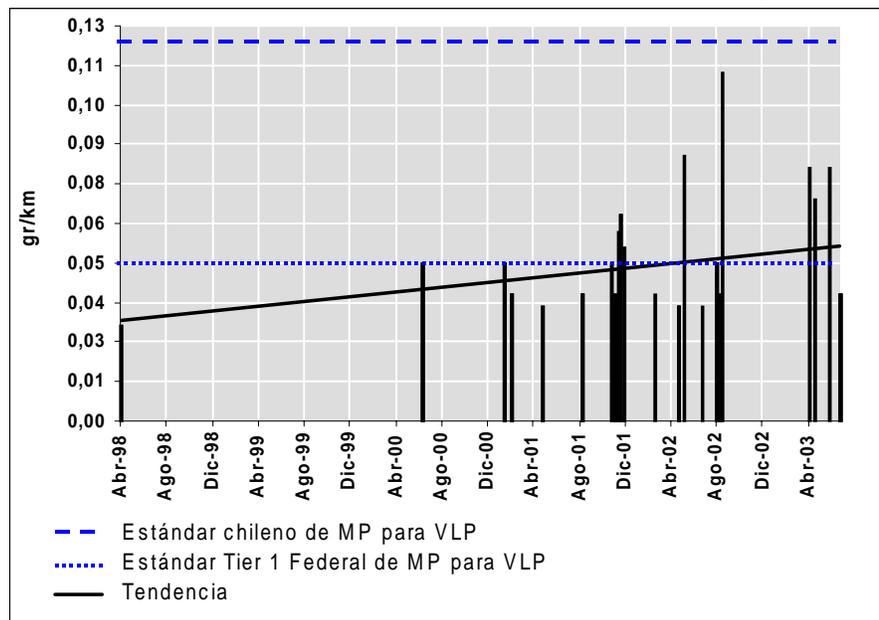
En la práctica, el ingreso de los vehículos al parque es regulado por las normas de NOx y MP. En los gráficos siguientes se muestran los resultados de las emisiones de NOx y MP de vehículos diesel livianos, particulares y comerciales, homologados durante los últimos años por el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) del Ministerio de Transporte.

**Gráfico 24**  
**EMISIONES DE NOX DE VEHÍCULOS LIVIANOS DIESEL PARTICULARES (VLP),**  
**HOMOLOGADOS POR EL 3CV (EN GR/KM)**



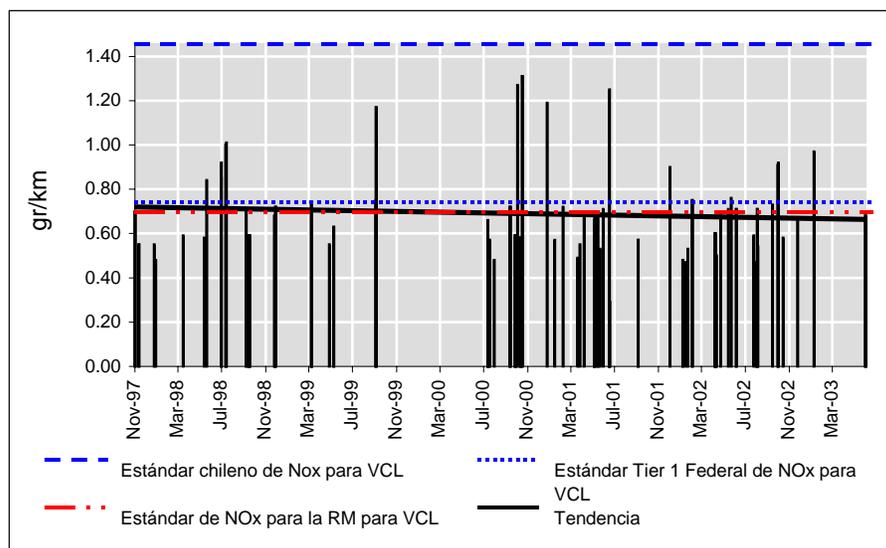
**Fuente:** elaboración propia en base a estadísticas de 3CV  
 (\*) Estándar que se aplica en Estados Unidos con excepción del estado de California

**Gráfico 25**  
**EMISIONES DE MP DE VEHÍCULOS DIESEL LIVIANOS PARTICULARES (VLP)**  
**HOMOLOGADOS POR EL 3CV (EN GR/KM)**



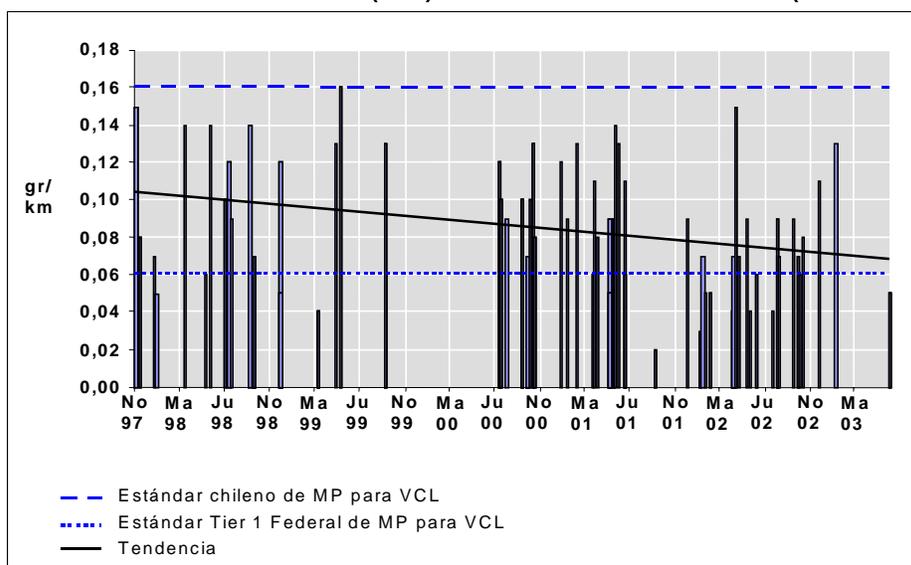
**Fuente:** elaboración propia en base a estadísticas de 3CV

**Gráfico 26**  
**EMISIONES DE NOX DE VEHÍCULOS COMERCIALES DIESEL**  
**LIVIANOS (VCL) HOMOLOGADOS POR EL 3CV (EN GR/KM)**



Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de 3CV

**Gráfico 27**  
**EMISIONES DE MP DE VEHÍCULOS DIESEL COMERCIALES LIVIANOS**  
**(VCL) HOMOLOGADOS POR EL 3CV (EN GR/KM)**



Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de 3CV

Se advierte que las normas de NOx son similares a los estándares estadounidenses en el caso de la Región Metropolitana, pero no en el resto del país. Los estándares nacionales de MP, en cambio, son muy superiores a sus homólogos de Estados Unidos.

Así mismo puede observarse que mientras la tendencia muestra una reducción de las emisiones de NOx, las emisiones de MP tienden a crecer en el tiempo, haciendo aún más grave la creciente introducción de vehículos livianos diesel.

### a) Composición de los gases de escape de los vehículos diesel

La composición de los gases de escape de los vehículos diesel (Emisiones Diesel, ED) corresponde a una mezcla compleja de múltiples componentes tanto sólidos (material particulado) como gaseosos. Los componentes gaseosos incluyen: dióxido y monóxido de carbono, compuestos sulfurados y nitrogenados y múltiples hidrocarburos de bajo peso molecular. Entre los hidrocarburos gaseosos hay algunos de significativa relevancia toxicológica como los aldehídos, benceno, los hidrocarburos policíclicos aromáticos<sup>39</sup> y los nitro-PAHs.

Las partículas presentes en los gases de escape de los vehículos diesel (material particulado diesel, MPD) están compuestas por núcleos de carbono elemental y de compuestos orgánicos embebidos, así como sulfatos, nitratos, metales y otros. El MPD está compuesto en un alto porcentaje (80% a 95%) por partículas finas de diámetro inferior a 2,5 µm y un porcentaje significativo de partículas ultra finas de diámetro inferior a 0,1 µm.

Las partículas finas no sólo son respirables sino que alcanzan la parte más profunda de los pulmones, lo que unido a los compuestos orgánicos que acarrearán las hacen muy dañinas a la salud.

Las ED varían fuertemente en composición química y tamaño de las partículas, dependiendo del tipo y condiciones de operación del motor, y de las características del combustible (alto/bajo contenido de azufre). En el inventario de emisiones de los Estados Unidos de 1998, el MPD representó del orden de un 25% del total de PM 2,5, excluidas las emisiones naturales y misceláneas<sup>40</sup>.

Un estudio realizado en Holanda,<sup>41</sup> comparó las emisiones e impactos ambientales de cuatro opciones de combustibles para vehículos livianos: gasolina, petróleo diesel, gas licuado propano (GLP) y gas natural comprimido (GNC), considerando tanto los contaminantes regulados como los no regulados. El estudio presenta interés para el caso chileno, a pesar de que fue elaborado hace casi 10 años, ya que considera tanto un petróleo diesel similar al utilizado hoy en Chile como las tecnologías más modernas, para la época, de combustión y post-combustión, por lo que sus conclusiones serían pertinentes para el presente análisis.

Como el estudio holandés tenía por objeto asesorar las propuestas de políticas ambientales para el futuro, se consideró, en cada caso, como se señalara, vehículos con las más modernas tecnologías, tanto en el caso de los combustibles líquidos como los gaseosos. Las pruebas consideraron los ciclos de conducción europeos, con partidas en frío y en caliente, y conducción en períodos de alta congestión así como el ciclo US-FTP<sup>42</sup>. Los resultados de las pruebas se agruparon en las categorías siguientes:

- **Efectos tóxicos directos:** En esta categoría se consideraron las emisiones de CO, NO<sub>2</sub>, partículas y algunos aldehídos (formaldehído, acetaldehído, etc), los que se analizaron por tipo de ciclo de conducción.
- **Efectos tóxicos a largo plazo:** En esta categoría se consideraron sustancias sospechosas de ser causales de cáncer; entre ellas se consideraron algunas PAH y algunos aromáticos tales como el benceno, tolueno y xileno ( conocidos en inglés como BTX)
- **Efectos regionales y globales:** En esta categoría se consideraron aquellas emisiones que tienen una mayor escala espacial e incluso, en algunos casos, temporal. Estos fueron el smog de verano, el smog de invierno, la acidificación y el potencial de calentamiento global.

<sup>39</sup> Conocidos por su sigla en inglés PAHs.

<sup>40</sup> EPA, 2002

<sup>41</sup> Rijkeboer et al, 1994.

<sup>42</sup> US-FTP: (Federal Test Procedure) Procedimientos establecidos en Estados Unidos para certificar emisiones de vehículos livianos (por ejemplo US-FTP 75) o de vehículos pesados (FTP Transient) simulando distintos modos de conducción.

Para los efectos del presente trabajo no se considera pertinente presentar el conjunto de los resultados, sino que las principales conclusiones vinculadas más directamente al objeto del mismo, así como el cuadro resumen en lo que respecta a la emisión de partículas.

En términos generales, se puede señalar que, en lo que respecta a los efectos tóxicos directos, el petróleo diesel presenta altas emisiones de NO<sub>2</sub>, partículas y “aldehídos de bajo peso molecular (LA)” y la gasolina mayores emisiones de CO. En el caso de los efectos a largo plazo, el diesel de nuevo presenta mayores emisiones en los PAH y los LA y la gasolina mayores contenidos de BTX. Por último, en relación los efectos regionales y globales, el diesel presenta un mayor potencial de smog de verano, no existen diferencias entre los cuatro combustibles en el potencial de smog de invierno, en la acidificación el diesel es nuevamente el que presenta los niveles más altos y en la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente existe una relativa igualdad entre los combustibles considerados, siendo el GNC el que presenta los menores niveles de emisión de gases de efecto invernadero.

El cuadro siguiente resume los resultados en el caso de las emisiones de material particulado.

**Cuadro 19**

**EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO (MG/KM)**

<b>Ciclo de conducción</b>	<b>Gasolina</b>	<b>GLP</b>	<b>GNC</b>	<b>P. diesel</b>
Urbano	7	5	12	101
Euro-frío	11	6	11	85
Euro-caliente	4	6	3	74
US-FTP	15	5	25	94
Congestión	8	10	6	157

**Fuente:** Rijkeboer et al, 1994.

**Nota:** El petróleo diesel considerado contiene 300 ppm de azufre.

Los resultados señalados permiten concluir que, en un caso como Chile, aún cuando los vehículos que se están importando cumplan con las exigencias ambientales, no resulta conveniente ni lógico fomentar su introducción masiva en el parque vehicular liviano mediante políticas tributarias que privilegien su uso.

### **b) Eventuales efectos sobre la salud**

El material particulado fino tiene una incidencia preponderante tanto por su capacidad de irritación como por su capacidad asociativa con los PAHs, lo que unido a los aldehídos existentes en las emisiones gaseosas constituyen una importante fuente de posibles agentes cancerígenos o sospechosos de provocar cáncer.

Los riesgos a la salud causados por partículas respirables, son función de la disposición de las partículas en las diferentes secciones del aparato respiratorio, además de la respuesta biológica a los materiales depositados. Cuanto menor sea el tamaño de las partículas más profundamente penetran el aparato respiratorio. Para las partículas menores a 10 µm la fracción depositada en los pulmones y en la región traque bronquial comienza a ser importante, partículas menores a 2,5µm tienen un efecto aún más dañino a la salud humana.

Para cuantificar los efectos de la contaminación del aire por Material Particulado en la salud humana se utilizan las llamadas funciones Concentración-Respuesta, las que se definen como la función que permite asociar cuantitativamente la concentración de un contaminante atmosférico con su incidencia en la salud de la población.

Los indicadores de concentración-respuesta más relevantes son:

- Mortalidad
  - Exposición aguda
  - Exposición crónica

- Morbilidad<sup>43</sup>
  - Admisiones hospitalarias respiratorias
  - Consultas de urgencia
  - Días de actividad restringida
  - Enfermedades respiratorias en niños
  - Ataques de asma
  - Síntomas respiratorios
  - Bronquitis crónica
  - Otros

El riesgo de mortalidad de este contaminante sería de 600 muertes por cada  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM10. Según los factores de riesgos de mortalidad diaria por causas respiratorias debido a la contaminación atmosférica, definidos por la OMS, se calculan para Santiago 4.800 muertes anuales. De acuerdo con estos análisis, la mortalidad para Santiago de Chile aumentaría en 1,1% por cada  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ , si la población expuesta cuenta con una enfermedad cardiovascular este riesgo aumentaría al 1,4% y con una enfermedad respiratoria el riesgo sería de 3,4%. Un estudio realizado en Estados Unidos revela que existe una asociación significativa entre los índices de mortalidad total de la población y la exposición crónica a este contaminante. En cuanto a efectos de morbilidad, los datos demuestran que por cada  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  de este contaminante se produciría un aumento entre 10 a 25% de los casos de bronquitis crónica y tos, en la población expuesta (Conama, 1998)

Los efectos del dióxido de azufre están asociados a la combinación con partículas en suspensión, produciéndose reacciones severas en la salud de las personas, predominantemente asmáticas. En altas concentraciones, este contaminante genera efectos severos: bronco constricción, bronquitis crónica, traqueatitis y bronco espasmos en asmáticos. En cuanto a estudios nacionales, se demostró que existe un aumento en las consultas de urgencia infantil debido a la exposición con altas concentraciones (estas son de  $155\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 2. Consecuencias económicas

### a) Pérdida fiscal por la dieselización del parque vehicular

Tal como se ha mencionado, el proceso de “dieselización” produce una pérdida tributaria, la que, si bien la autoridad no ha hecho explícita, es posible estimar, mediante supuestos razonables. La eventual pérdida de recaudación sería, a partir de dichos datos, del orden de 5.500 millones de pesos o su equivalente de alrededor de USD 8 millones, al cambio de mayo 2003. Cabe notar que esta cifra corresponde a los vehículos que estarían entrando cada año y que este proceso, que comenzó a gestarse hace alrededor de una década, tiende a ser más importante en el tiempo, debido a la acumulación de este tipo de vehículos.

Obviamente, algunas de las hipótesis pueden ser objeto de discusión; por ejemplo, no es posible afirmar que una estructura tributaria más equilibrada eliminaría completamente la entrada de vehículos diesel livianos o que anualmente seguirán entrando del orden de 20.000 vehículos diesel livianos o que la circulación media anual de estos vehículos es de 30.000 km/año<sup>44</sup>. Sin embargo, se estima que las desviaciones respecto a los supuestos de base no serían muy significativas y, por ende, la menor recaudación estimada no se diferenciaría demasiado de la estimación indicada.

<sup>43</sup> Proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado (*Real Academia Española*)

<sup>44</sup> En este promedio no se consideran los taxis, ya que aparentemente el diferencial de precios entre el vehículo a gasolina y su equivalente diesel constituiría una barrera disuasiva para el taxista.

Recuadro 4

**ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE RECAUDACIÓN FISCAL DEBIDA A LA DIESELIZACIÓN DEL PARQUE**

El cálculo de la pérdida de recaudación fiscal asociada a la dieselización del parque vehicular, está sujeto a los supuestos siguientes:

- Vehículos livianos diesel que entran al parque vehicular: VLD = 20.000/año.
- Circulación media anual: CM = 30.000 km.
- Rendimiento gasolina:  $\eta_{gasol} = 12$  km/l
- Rendimiento diesel:  $\eta_{diesel} = 15$  km/l

En base a la estructura del precio de la gasolina y del diesel, promedio para el 2000, se estimó el impuesto específico pagado por cada uno de estos carburantes, los que se incluyen a continuación:

- Impuesto específico a la gasolina:  $I_{esp\ gasol} = 140$  \$/l
- Impuesto específico al petróleo diesel:  $I_{esp\ diesel} = 41$  \$/l

Por lo tanto, el déficit en la recaudación fiscal en un año sería:

$$Déficit = VLD \times CM \left( \frac{I_{esp\ gasol}}{\eta_{gasol}} - \frac{I_{esp\ diesel}}{\eta_{diesel}} \right) = 5.360 \text{ millones de pesos}$$

Fuente: Elaboración propia a partir de Saphores, 2001

**b) Estimación de las externalidades de la dieselización del parque vehicular**

*Estimación de las externalidades en base a estimaciones locales*

El cuadro siguiente muestra los valores estimados de los costos en salud para nuestro país<sup>45</sup> separados por contaminante.

**Cuadro 20**  
**VALORACIÓN DE EMISIONES POR EFECTOS EN SALUD**

(Millones de \$/ton)

Contaminante Primario	Costo de Tratamiento	Productividad Perdida	Pérdida de Bienestar	Total
	(CD)	(PP)	(WP)	
Óxidos de nitrógeno (NOx)	0,04	0,39	1,46	1,89
Anhídrido sulfuroso (SO2)	0,18	1,98	7,37	9,53
Material Particulado	0,69	7,56	28,11	36,36
Polvo Resuspendido	0,01	0,09	0,35	0,45
Amoníaco (NH3)	0,05	0,55	2,05	2,65

Fuente: Sectra, 2003

Considerando estos valores, se concluye que el impuesto al petróleo diesel que incorpora los costos de tratamiento, pérdida de productividad y pérdida de bienestar, debidas sólo al material particulado debería ser de alrededor de \$55 por litro<sup>46</sup>. Aunque esta estimación es conservadora, debido a que considera sólo el material particulado y a que no tiene en cuenta que el MP del diesel está constituido mayoritariamente por MP 2,5, es superior en más de un 30% al impuesto específico vigente a la fecha (\$41 por litro).

*En base a estimaciones europeas*

Un estudio de costos externos del uso de combustibles realizado por el centro de Estudios Económicos de la Universidad Católica de Leuven es ilustrativo, por cuanto no sólo considera como

<sup>45</sup> SECTRA, 2002

<sup>46</sup> Se considera un rendimiento medio de 15 km/lt y un factor de emisión de material particulado de 101 mg/km (Obtenido de "Rijkeboer., et all, 1994) , donde se utiliza un P. Diesel de 300 ppmS

costo ambiental las emisiones de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, COVNM, CO, CO<sub>2</sub>, y PM<sub>2,5</sub>, sino que además de incorporar los costos en salud incluye los costos debidos a accidentes y congestión vehicular. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro . Como primera conclusión se advierte que el costo marginal de las externalidades es mayor en el caso del petróleo diesel que en el caso de la gasolina. Esto se debe a que a pesar de que la gasolina tiene mayores emisiones de CO<sub>2</sub> y CO, el petróleo diesel emite mayor cantidad de otros contaminantes que tienen un impacto más elevado sobre la salud.

El estudio concluye, además, que en Bélgica, los impuestos tanto para los vehículos particulares como para los comerciales son claramente inferiores a las externalidades que su uso provoca.

**Cuadro 21**  
**COSTO MARGINAL DE LAS EXTERNALIDADES Y TASA DE IMPUESTOS**  
(EUROS/vkm)

<b>Costos e impuestos</b>	<b>Gasolina</b>	<b>P. diesel</b>
Costo marginal externalidades	0,15	0,17
Impuestos vehículos particulares	0,10 (65%)	0,06 (35%)
Impuesto vehículos comerciales	0,04 (26%)	0,02 (14%)

**Notas:**

a) Las externalidades corresponden al promedio ponderado de las emisiones en horas de punta y fuera de punta y consideran las externalidades por congestión, contaminación del aire y accidentes

b) Las cifras entre paréntesis corresponden al impuesto como porcentaje del costo marginal de las externalidades

## D. Propuestas para enfrentar la distorsión tributaria

### 1. Propuesta del ejecutivo para reducir la distorsión y facilitar la entrada del gas natural comprimido y el gas licuado propano como carburantes<sup>47</sup>.

El poder ejecutivo, asesorado por Conama, ha propuesto una modificación a la tributación que se aplica al GNC y el GLP (ley 18.502), de manera de permitir que éstos no sólo aparezcan como combustibles alternativos, sino que deseablemente competitivos.

Se pretende modificar el artículo 1° de la citada ley, estableciéndose el cambio en el impuesto a los vehículos que utilicen gas natural o gas licuado de petróleo que se indica a continuación:

- Los vehículos particulares<sup>48</sup> tendrán un impuesto de 9 UTM.
- Los taxis, buses y camiones<sup>49</sup> tendrán un impuesto de 18 UTM

El proyecto de ley contiene disposiciones transitorias destinadas a favorecer la introducción de GNC o GLP en vehículos de transporte público, eximiendo del pago del impuesto a los primeros trescientos buses que se inscriban en el Registro Nacional de Servicios de Transporte Público de Pasajeros, hasta el 31 de diciembre de 2003, siempre que cumplan con los siguientes requisitos:

- Tratarse de vehículos cuyos motores hayan sido diseñados y construidos en fábrica para utilizar GNC o GLP como único combustible
- Contar con autorización para utilizar dichos combustibles, conforme a la normativa vigente, y
- Cumplir con las normas de emisión que establezca la autoridad competente.

<sup>47</sup> Anexo N°4: Texto Proyecto de Ley Modificación Impuesto al Gas, oficio de la Cámara de Diputados a la Cámara de Senadores, 20 de noviembre de 2001.

<sup>48</sup> Para mayor detalle del tipo de vehículos ver letra a) del artículo 12 del decreto le N° 3.063, de 1979.

<sup>49</sup> Para mayor detalle del tipo de vehículos ver los números 1,2,3 y 4 de la letra b) del artículo 12 del decreto le N° 3.063, de 1979.

La modificación de los impuestos a la utilización de GNC y GLP se encuentra todavía en trámite parlamentario.

Además, el ejecutivo envió una propuesta de modificación del impuesto al petróleo diesel<sup>50</sup> como parte del conjunto de medidas destinadas a financiar el mayor gasto derivado del “Plan Auge” y “Chile Solidario”<sup>51</sup>.

En lo referente a la modificación del impuesto al diesel, cabe señalar que la iniciativa del ejecutivo tiene por objeto financiar los planes sociales mencionados y disminuir la pérdida fiscal producida por el aumento de los vehículos diesel, debido a la menor tasa que afecta a este combustible respecto de la gasolina. En consecuencia, si bien esta modificación impositiva pudiese tener un efecto ambiental al reducir ligeramente la distorsión tributaria respecto de la gasolina, ella no tiene por objeto principal atacar los impactos ambientales de la entrada masiva de vehículos livianos diesel.

La solución más evidente, que consistiría en aumentar directamente el impuesto al diesel hasta que se logre revertir el diferencial, no es viable debido al efecto que ella tendría sobre la tarifa de los microbuses y su impacto en la familias más pobres. Por ello, este paquete de medidas combina dos instrumentos: una pequeña alza al diesel de uso en el transporte, y un incremento en el cobro del permiso anual de circulación para los vehículos livianos a diesel. El monto de este permiso o patente es tal que iguala el impuesto total pagado por los vehículos a diesel y los vehículos a gasolina. Dicho permiso de circulación anual variará según se trate de vehículos particulares, comerciales o taxis, y según sean vehículos existentes o nuevos.

La segunda distorsión que se aborda con estas medidas es la existencia de dos precios para un mismo producto. Ello por las diferentes tasas que se cobran al diesel de acuerdo a su uso: mientras las industrias no pagan impuesto efectivo por el consumo de petróleo diesel, el transporte paga una tasa de 1,5 UTM/m<sup>3</sup>. Se ha identificado que este diferencial de precios permite la evasión tributaria. Junto con el aumento a la tasa cobrada al diesel de transporte, se establece un impuesto al diesel de uso industrial de 0,27 UTM/m<sup>3</sup>, lo que implica una disminución de la brecha, al incluir un alza moderada del valor de diesel industrial.

Por último, se ha considerado necesario hacer frente a los efectos del aumento en el impuesto al diesel de uso industrial, ya que éste genera incentivos para sustituirlo por otros combustibles. Lo que es problemático, no sólo en términos de la recaudación fiscal estimada, sino también porque incentiva la sustitución hacia combustibles igual o más contaminantes. Es por ello que se establece un impuesto equivalente al del diesel (medido en términos de poder calórico) al fuel oil, kerosene, carbón y petcoke.

La recaudación total de los cambios tributarios a los combustibles y el establecimiento de las patentes a los vehículos livianos a diesel asciende a USD 24 millones/año <sup>52</sup>.

Declaraciones del Director de Conama (ver Recuadro 4) señalan que es posible que para el período 2003-2005 entren unos 200.000 vehículos particulares y que es **imperativo** que no sean vehículos diesel, ya que ello sería contradictorio con la voluntad del ejecutivo de hacer de la ciudad de Santiago, al año 2005, una ciudad menos contaminada y, ojalá, sin episodios de preemergencia.

---

<sup>50</sup> Anexo N°5: Texto Proyecto de Ley Modificación Impuesto al diesel, Mensaje N°86-347. Cabe señalar que en su discusión en el Senado, el alza de los impuestos al petróleo diesel fue rechazada; sin embargo, es probable que el Ejecutivo insista.

<sup>51</sup> Chile Solidario, consiste en un sistema integral de prestaciones monetarias y no monetarias orientado a asegurar protección y promoción social a las 225.000 familias más pobres del país. Por su parte, el Plan AUGE representa una reforma al sistema de salud, que pretende asegurar el acceso universal a las prestaciones de salud para un conjunto definido de enfermedades, al establecer garantías explícitas de calidad, oportunidad y cobertura financiera, las que serán exigibles por todos los beneficiarios, independientemente de su sistema de salud y de su nivel de ingreso.

<sup>52</sup> Datos propuestos en proyecto de ley de junio de 2003

## 2. Propuesta de la industria del gas licuado y del gas natural

La empresa GASCO ha elaborado una propuesta tributaria que contempla la combinación de un impuesto fijo y uno variable que permita mantener la recaudación objetivo de 18 UTM al año en taxis y 9 UTM en flotas comerciales.

La propuesta pretende impedir el trasvasije de GLP desde los cilindros de GLP que no incluyen impuesto específico al parque vehicular con GLP, combustible que sí estaría gravado, tratando que la diferencia sea muy baja o cercana a cero para que no haya incentivos a evadir el impuesto, utilizando los balones domésticos en los vehículos. En el caso que existiese trasvasije, ello ocurriría con balones de 5kg, 11 kg y menos probablemente con balones de 15 kg.

Recuadro 5

### VISIÓN DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL EN RELACIÓN A LA SIGNIFICATIVA INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS DIESEL LIVIANOS AL PARQUE AUTOMOTRIZ NACIONAL

"Sin embargo, para asegurar el éxito de este conjunto de acciones se requiere de varias condiciones, entre las que se destaca el imperativo de que los 200 mil automóviles nuevos que ingresen al parque vehicular de la capital durante los próximos tres años *no sean diesel*. ¿Porque? Como es bien sabido, los automóviles son más contaminantes en sus versiones a diesel que en sus versiones a gasolina o gas, tal como las normas internacionales lo reconocen.

Si sólo el 20% de los automóviles que ingresarán a la capital fuesen diesel, se estaría aportando más de 100 nuevas toneladas de material particulado por año al aire de la ciudad. En otras palabras, perderíamos gran parte de la reducción de contaminación generada con un esfuerzo enorme proveniente de la mejora del transporte público, lo que sería una paradoja.

El problema es que, a pesar de que los vehículos a diesel emiten más contaminantes atmosféricos que los que utilizan gasolina o gas, su venta se incentiva mediante menores cargas impositivas. Los automóviles diesel emplean el mismo combustible que buses y camiones, pagando un impuesto de \$42 por litro, mucho menos que los \$167 por litro que pagan los vehículos a gasolina. Además, existe una gran diferencia entre un automóvil diesel, que rinde 12 kms. por litro, versus un bus, cuyo rendimiento es de 2,5 kms. por litro.

Así, mientras un automóvil diesel paga aproximadamente *\$4 de impuesto por km recorrido, un bus o un camión paga cerca de \$18*. Este incentivo tiene aún menos sentido si es visto desde la perspectiva del impuesto por pasajero o por Kg. de carga transportado. No existe ninguna justificación para este incentivo perverso, el cual será corregido por los proyectos de ley enviados por el Gobierno con el objetivo de financiar el Plan Auge.

#### Estructuras Tributarias

Las estructuras tributarias que incentivan el uso de automóviles diesel son tan injustificadas que la Oficina Europea del Medio Ambiente (European Environmental Bureau) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Organization for Economic Co-operation and Development) actualmente proponen a los países de la Unión Europea, así como a otros países, corregir estas distorsiones debido al impacto ambiental que implican.

Un país a la delantera en estas materias es Alemania, en donde desde 1997 el valor de los permisos de circulación está relacionado con la emisión de contaminantes de los motores. Así, los vehículos de pasajeros diesel pagan aproximadamente 2,5 veces más que aquellos gasolineros de características similares.

Incorporar la corrección impositiva mediante el aumento del permiso de circulación de los vehículos a diesel corresponde al mismo camino que se ha planteado Chile. Si bien el término de las preemergencias al año 2005 es un compromiso del Gobierno, para que se haga realidad se requiere del apoyo de todos. En este sentido, abogamos por la pronta tramitación de estos proyectos de ley en el Congreso. Un transporte sustentable es esencial para la capital de un país que se inserta en el mundo, y su materialización ya ha comenzado".

Fuente: López, G. 2002

De acuerdo con la propuesta, para la fecha en que se realizó el análisis, inicios del año 2003, la diferencia del precio por litro entre el GLP en balones y el GLP vehicular, sería la que se indica en el cuadro siguiente.

Cuadro 22

**DIFERENCIAL DE PRECIOS ENTRE EL GLP DOMÉSTICO Y EL VEHICULAR**

Precio del GLP IVA incluido	\$/cilindro	\$/kilo	\$/litro	Diferencia con GLP vehicular (\$/l)
Cilindro 5 Kg.	3.830	766	389	98
Cilindro 11 Kg.	7.270	661	336	45
Cilindro 15 Kg.	9.330	622	316	25

GLP granel (sin impuesto específico) 291

Fuente: Propuesta de GASCO acerca de la tributación del GLP para uso vehicular

Según una de las principales asociaciones gremiales de taxistas, éstos cargan en cada oportunidad \$ 5.000 en combustibles, el cilindro equivalente a esa práctica sería el de 11 kg. En consecuencia, un impuesto de \$ 40/l, prácticamente desincentivaría el trasvase de los cilindros domésticos, ya que deja un margen pequeño que no compensa los problemas en que incurriría la persona que lo intentare. De acuerdo al análisis realizado, un impuesto de \$40/l a \$55/l generaría al taxista ahorros mensuales demasiado pequeños, de \$3.922 a \$11.765 por mes, lo que no equilibra las potenciales multas y desventajas de operar al margen de la ley.

La recaudación prevista en el caso de existir un impuesto variable como el propuesto generaría una recaudación como la que se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 23

**RECAUDACIÓN EN \$/AÑO DE UN TAXI A GLP POR CONCEPTO DE UN IMPUESTO VARIABLE**

Impuesto específico (\$/l)	75.000km/año	80.000km/año	85.000km/año
30	264.706	282.353	300.000
35	308.824	329.412	350.000
38	335.294	357.647	380.000
40	352.941	376.471	400.000
45	397.059	423.529	450.000
50	441.176	470.588	500.000
55	485.294	517.647	550.000

Fuente: Propuesta de GASCO acerca de la tributación del GLP para uso vehicular

Dado que el objetivo es mantener la recaudación esperada, el monto fijo surge de la diferencia entre las 18 UTM (\$ 526.374, al valor de la UTM del 25 de febrero de 2003) y montos recaudables para distintos impuestos variables.

Cuadro 24

**IMPUESTO FIJO ANUAL PARA TAXIS, COMPLEMENTARIO AL IMPUESTO VARIABLE, PARA LOGRAR LA RECAUDACIÓN OBJETIVO DE 18 UTM/AÑO**

Impuesto Específico (\$/l)	Monto el impuesto fijo anual		
	75.000 km/año	80.000 km/año	85.000 km/año
40	173.433	149.903	126.374
45	129.315	102.845	76.374
50	85.198	55.786	26.374
55	41.080	8.727	--
60	--	--	--

Fuente: Propuesta de GASCO acerca de la tributación del GLP para uso vehicular

La propuesta de GASCO indica que no pareciera razonable, en el caso de los taxistas, un impuesto fijo superior a los \$ 10.000/ mes. Si se considera un promedio de circulación anual de 75.000 km (lo que es muy conservador) y un impuesto específico de \$50/l, el impuesto fijo sería de unos \$ 7.000/mes.

En el caso de la flota comercial, Gasco hizo un análisis similar, considerando un impuesto por litro de \$ 50, y la recaudación por impuesto variable para recorridos de 35.000 km/año, 40.000 km/año y 45.000 km/año. En el caso desfavorable de 35.000 km/año, la recaudación por el impuesto específico sería del orden de \$205.000/año, lo que supondría la implantación de un impuesto fijo de \$ 60.000, para alcanzar el objetivo de 9 UTM (equivalente a \$ 263.187 a febrero de 2003).

En consecuencia, con un impuesto variable de \$ 50/l, el impuesto fijo propuesto sería de:

- Flota comercial: \$ 60.000/año
- Taxis: \$ 84.000/año

En el caso de los particulares, el impuesto podría ser de \$ 400.000/año.

En relación al GNC, éste debería tener un tratamiento similar, tomando en cuenta los rendimientos energéticos relativos de ambos combustibles.

## E. Análisis de criterios relevantes para la elaboración de propuestas de modificación tributaria

Para la definición de los criterios que deberían orientar las políticas públicas en este ámbito conviene comentar la experiencia europea, donde esquemas tributarios favorables al petróleo diesel se tradujeron en una elevada penetración de los vehículos livianos diesel y que en la actualidad algunos países tratan de revertir por los impactos ambientales que ello acarrea, como señalara el director de la Conama (López, G. 2002).

### 1. Penetración de los vehículos diesel livianos en Europa, tributación y emisiones por vehículo

El fenómeno de la dieselización del parque automotriz chileno, se presenta con bastante intensidad en algunos países de Europa y por razones similares a las que lo determinan en Chile. En el cuadro siguiente se muestra la incidencia de los automóviles diesel en el total del parque automotriz en distintos países de Europa.

Cuadro 25  
PARTICIPACIÓN RELATIVA DE LOS AUTOMÓVILES DIESEL  
EN EL PARQUE AUTOMOTRIZ EUROPEO

Países	1990	1995	2000
Bélgica	33	39	43
Finlandia	10	8	5
Francia	17	28	35
Alemania	14	14	16
Grecia	3	2	1
Irlanda	9	12	14
Italia	20	14	11
Holanda	12	11	11
España	17	17	16
Reino Unido	3	8	14
Europa	14	16	17

Fuente: CES, 2000

En el estudio de la Universidad Católica de Leuven se analiza en forma comparativa la situación tributaria global para automóviles diesel y a gasolina en 1998 y los costos para el ciclo de vida de los vehículos. En el cuadro siguiente se incluye esta información para los países que

presentan un mayor grado de penetración del vehículo diesel liviano, es decir Bélgica y Francia, y un país con escasa penetración de estos vehículos, como es el caso de Grecia.

**Cuadro 26**  
**PRECIO DE VEHÍCULOS, COSTO DEL COMBUSTIBLE, COSTOS DIFERENCIALES**  
**Y PUNTO DE EQUILIBRIO**

Ítem de costo	Bélgica	Francia	Grecia
<b>COSTO VEHÍCULO (EUROS)</b>			
Auto diesel mediano			
Precio neto	11.832	13.245	13.308
Impuestos	5.188	3.359	6.234
Auto gasolina pequeño			
Precio neto	8.594	9.294	8.893
Impuestos	2.991	2.241	3.421
<b>COSTO COMBUSTIBLE CICLO DE VIDA (EUROS)</b>			
Auto diesel mediano			
Precio neto	2.465	1.930	1.885
Impuestos	4.644	5.648	3.533
Auto gasolina pequeño			
Precio neto	2.980	2.453	2.989
Impuestos	9.272	10.515	5.908
<b>DIFERENCIAL DE COSTOS (EUROS)</b>			
Costo vehículo			
Precio neto	3.238	3.951	4.415
Impuestos	2.197	1.118	2.813
Total	5.435	5.069	7.228
Costo de combustible para el ciclo de vida			
Precio neto	-515	-523	-1.104
Impuestos	-4.628	-4.866	-2.374
Total	-5.145	-5.389	-3.478
Punto de equilibrio para el diesel en Km.	21.136	18.812	41.562

Fuente: CES, 2000

El cuadro anterior permite apreciar el efecto de una política tributaria que favorezca a un carburante en desmedro de otro, si existe suficiente flexibilidad para elegir entre ambas opciones tecnológicas. Ello puede, sin embargo, acarrear problemas ambientales en la medida que los vehículos no cumplan fuertes exigencias en cuanto al nivel de emisiones contaminantes y/o que el carburante no sea de calidad tal que permita compensar la mayor contaminación vinculada a dicho carburante, como muestra el ya citado estudio holandés.

## F. Bases para la elaboración de una propuesta de política tributaria consistente con las metas ambientales chilenas

Se estima que una política tributaria consistente con las metas ambientales, debiera ser al menos neutra entre los distintas opciones de carburantes, de manera de no fomentar el uso de un combustible, a la ocurrencia el petróleo diesel que presente mayores emisiones unitarias que las otras alternativas. Ello no implica desconocer que en el caso del transporte pesado y del transporte público de pasajeros, el petróleo diesel parece ser la opción natural, por lo menos en el corto plazo, en la medida que se asegure el empleo de tecnologías de motores de baja emisión, petróleo diesel de bajo contenido de azufre y la existencia de talleres mecánicos capaces de reparar y mantener los motores de acuerdo con las especificaciones internacionales.

Está claro que una política tributaria como la que debería establecerse para cumplir con los objetivos anteriores, para tener viabilidad, deberá asegurar: (a) que la recaudación fiscal no se reduzca respecto de las metas que se fijan en la cartera de Hacienda, (b) que si se aumenta las tasas tributarias para el petróleo diesel ello no se traduzca en alzas del transporte público o en pérdidas de competitividad para el transporte de carga y (c) que, por último, no se frene la introducción de tecnologías que permitan cumplir los objetivos ambientales, independientemente del tipo de carburante que se trate. En el caso que se aumenten los impuestos al diesel se podría probablemente utilizar un método similar al de la venta de este combustible para fines industriales, donde las empresas pagan el impuesto específico y después reciben una devolución del mismo.

La justificación del cambio de impuestos al petróleo diesel debería vincularse a las externalidades que su uso provoca, especialmente en aquellos casos en que existen alternativas igualmente válidas y menos contaminantes. El análisis realizado por la Universidad de Leuven y que fuera presentado previamente, muestra las diferencias significativas que existen entre las externalidades de los vehículos diesel y los vehículos de gasolina.

Es evidente que las cifras presentadas en el estudio mencionado no pueden extrapolarse al caso chileno, ya que ni las tecnologías consideradas son las mismas ni tampoco los costos que derivan de los impactos de las emisiones son aplicables a Chile. Sin embargo, es posible extrapolar algunas conclusiones generales que permitan guiar las propuestas de cambio impositivo.

Una política impositiva que apunte a un cargo fijo anual debería basarse en los kilómetros medios recorridos por los distintos tipos de vehículos. Por el contrario, si se trata de un cargo variable, debe tenerse en cuenta que éste permite tomar en cuenta las externalidades ambientales, pero no la tecnología de los vehículos, ni el tipo de uso (comercial, particular), desventajas pueden ser en parte remediadas por impuestos a la propiedad de los vehículos a través de los permisos de circulación.

## V. Conclusiones y recomendaciones

---

En el presente documento se analiza, desde una perspectiva general, el comportamiento en el tiempo de la importación, producción y consumo del petróleo diesel utilizado como combustible en Chile. En forma particular, el estudio se centró en los problemas asociados al consumo de este energético como carburante para el sector transporte y cómo dichos problemas han sido abordados por la regulación nacional.

El consumo de petróleo diesel ha crecido a una tasa media anual del 6% en las últimas dos décadas. En el año 2001, aproximadamente un 67% del consumo de diesel es de responsabilidad del transporte y el 33%, de la industria y la minería; lo que no debe hacer ignorar que parte importante del consumo minero se destina al transporte de minerales, es por esto que el presente estudio se ha centrado en el sector transporte.

Se advierte que el principal problema asociado al consumo de petróleo diesel son sus impactos sobre el medio ambiente, los que producen deterioro sobre los materiales, falta de visibilidad y, por sobre todo, el que su consumo afecta a la salud de la población.

En efecto, los gases de escape de los vehículos diesel están compuestos por una mezcla compleja de múltiples componentes tanto sólidos (material particulado, que está compuesto en un 80% a 95% por partículas finas de diámetro inferior a 2,5  $\mu\text{m}$  y un porcentaje significativo de partículas ultra finas de diámetro inferior a 0,1  $\mu\text{m}$ .), como gaseosos (entre los cuales existen algunos de significativa relevancia toxicológica como los aldehídos, benceno, los hidrocarburos policíclicos aromáticos -PAHs- y los nitro-PAHs).

Según el estudio “Antecedentes para la Revisión de las Normas de Calidad de Aire contenidas en la Resolución N° 1215 del Ministerio de Salud, 1978” desarrollado para Conama (1998), el riesgo de mortalidad del material particulado es de 600 muertes por cada  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM10. Según los factores de riesgos de mortalidad diaria por efectos agudos, determinados por la OMS, se estima que podrían producirse en Santiago 4.800 muertes anuales, debido a problemas respiratorios, causados por la contaminación de material particulado.

El contenido de azufre en el petróleo diesel contribuye a agravar la situación. En efecto, la asociación del dióxido de azufre con las partículas en suspensión produce reacciones severas en la salud de las personas, predominantemente en el caso de los asmáticos. Estudios nacionales demuestran que existe un aumento en las consultas de urgencia infantil debido a la exposición con altas concentraciones de este contaminante (es decir, sobre  $155\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Los resultados señalados permiten concluir que, en un caso como Chile, aún cuando los vehículos que se están importando cumplan con las exigencias ambientales, no resulta conveniente ni lógico fomentar su introducción masiva en el parque vehicular mediante políticas tributarias que privilegien su uso.

La forma más evidente de solucionar el problema es reemplazar el consumo de petróleo diesel por otros tipo de combustibles menos contaminantes. Esto efectivamente sucedió de manera importante en el caso industrial con la introducción del gas natural; sin embargo, ello fue posible gracias a que, además de los beneficios ambientales, el consumo de gas natural supuso, para los usuarios, ventajas económicas importantes.

A diferencia de lo ocurrido en la industria, en el sector transporte la sustitución de fuentes energéticas hacia opciones más limpias ha sido más difícil de abordar. La existencia de alternativas es aún muy limitada y si bien la tecnología de vehículos a gas natural comprimido se ha desarrollado bastante, no existe aún la infraestructura necesaria y los costos totales de la opción alternativa dependen fuertemente del precio final del gas natural (incluidos los impuestos). Por lo tanto, bajo las condiciones actuales, el funcionamiento del mercado no parece promover el cambio de combustibles.

Las autoridades han abordado el problema de una manera parcial, concentrando sus esfuerzos en la Región Metropolitana (RM), en donde el problema es más crítico. Algunas de las principales medidas impulsadas por el Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de la RM han sido, por ejemplo, la introducción de modificaciones en las normas de emisión de vehículos livianos, medianos y pesados que circulan por la Región, del mismo modo ha introducido nuevas exigencias a la composición del petróleo diesel que se utiliza en el transporte de la RM habiendo reducido el contenido de azufre de 3.000 ppmS a 300 ppmS.

Si bien estas soluciones contribuyen de manera importante a la solución de los problemas ambientales, especialmente de la Región, ellos no resuelven el problema de fondo que involucra no sólo al petróleo diesel sino que, en general, a todos los combustibles utilizados en el sector transporte.

La estructura tributaria actual en lo que respecta al petróleo diesel comercializado en el país, fue concebida desde una perspectiva social y de desarrollo, destinada a reducir los costos del transporte público y de carga. Sin embargo, los avances tecnológicos recientes han permitido una mejora de los motores diesel para vehículos livianos que reduce significativamente las emisiones respecto de los vehículos previamente existentes. Esto condujo a que las autoridades permitieran su entrada al parque automotriz nacional, introduciéndose, debido a la estructura tributaria vigente, una clara distorsión en el mercado.

Los impuestos específicos que paga el petróleo diesel son muy inferiores a los que paga la gasolina (4 veces), lo que se traduce en que el precio final de esta última es un 50% más elevado que el del petróleo diesel. Como resultado de lo anterior, en los últimos cinco años el parque de vehículos diesel livianos ha experimentado un crecimiento explosivo, estimándose en unos 100.000

los vehículos de este tipo que se han incorporado al parque automotriz nacional. A pesar de su desarrollo tecnológico, estos vehículos siguen siendo más contaminantes que sus homólogos a gasolina o a gas natural comprimido.

Este es un tema que se encuentra presente en el debate público y está siendo asumido por algunas autoridades del país. Es así como, paralelamente al desarrollo de este estudio, se discute en el Senado una modificación tributaria que incorporaría una leve alza de los impuestos específicos del petróleo diesel. A pesar de que el objetivo de esta alza es el financiamiento de programas sociales del gobierno, uno de los argumentos establecidos en favor de ella es la reducción de las ventajas tributarias del petróleo diesel con respecto a otros combustibles menos contaminantes.

Si bien los antecedentes presentados en este trabajo indicarían que es necesario introducir ciertas modificaciones a la estructura tributaria de los carburantes, existen amplios sectores del país que se plantean en contra de los impuestos específicos pues, argumentan, éstos crean distorsiones en los mercados. Sin embargo, estas distorsiones ya existen y no son conciliables con la política ambiental.

En definitiva, el problema de fondo consiste en establecer una regulación tributaria que oriente el consumo de combustibles coherentemente con el resto de los objetivos de la política nacional.

Lo anterior conforma un problema complejo dado que una reforma tributaria debe satisfacer al menos con los siguientes requisitos:

- Debe ser consistente con la política ambiental del país, es decir debe promover el desarrollo sostenible. En el caso del petróleo diesel, un impuesto específico que sólo incorpore el costo ambiental asociado a las emisiones de material particulado debería ser del orden de \$55 por litro, sin embargo los verdaderos costos ambientales asociados las emisiones del petróleo diesel están lejos de ser valorados en forma correcta por esta estimación, no siendo el objetivo del presente estudio.
- Debe asegurar la recaudación de los tributos fiscales establecidos por la cartera de Hacienda.
- Debe mantener bajos los costos combustibles para el sector transporte de pasajeros y de carga.
- Debe incorporar la variable tecnológica, de manera de ser sostenible en el tiempo. En efecto, actualmente la tecnología diesel es probablemente la más adecuada para las aplicaciones de transporte de carga y pasajeros, sin embargo, el desarrollo tecnológico y la incorporación de la variable ambiental puede hacer cambiar esta situación. Mientras que en el corto o mediano plazo el GNC podría ser la mejor solución, en el largo plazo es posible visualizar otras tecnologías, tales como el hidrógeno y las celdas de combustibles, que introduzcan mejores rendimientos y mejores desempeños ambientales, promovidas por una estructura tributaria flexible, que contemple la variable ambiental y los menores costos globales para el país.

Conciliar estos requisitos de la mejor manera posible no es una tarea sencilla, lo que no debe ser un obstáculo para intentarlo, dado que la corrección de las inconsistencias destacadas en este trabajo tiene una trascendencia fundamental para el país.

En resumen, este estudio debe considerarse como un primer esfuerzo destinado a señalar la necesidad de conciliar las políticas públicas en el ámbito fiscal, energético y ambiental, sin descuidar la preocupación por la equidad social y la competitividad del sector transporte. Una segunda fase del mismo deberá profundizar en la definición de una propuesta de mejora de la estructura tributaria de los carburantes que integre los aspectos señalados y que refuerce los objetivos de la política ambiental, particularmente en lo que atañe a la protección de la salud de la población.

## Bibliografía

---

- CENMA (Centro Nacional del Medio Ambiente), (2000), Mejoramiento del Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Diciembre 2000.
- CES (Center for Economic Studies), (2000), "Should diesel car in Europe be discouraged?", Katholieke Universiteit Leuven, Leuven Belgium, November 2000.
- Cifuentes, L (2001), Los Costos Sociales de la Contaminación y las Perspectivas del Diesel Limpio para la Región Metropolitana, Seminario Internacional Ciudades Limpias y La Utilización de Combustibles en el Transporte Público de la Región, Santiago-Chile, 7 de agosto del 2001
- CNE (Comisión Nacional de Energía) (2000)a, Balance año 2000, Estadísticas, Balance Nacional de Energía, [http://www.cne.cl/estadisticas/f\\_estadisticas.html](http://www.cne.cl/estadisticas/f_estadisticas.html).
- CNE (Comisión Nacional de Energía) (2000b), Importaciones, Estadísticas Nacionales, Hidrocarburos/ Exportaciones e Importaciones, [http://www.cne.cl/estadisticas/nacionales/petroleo/f\\_hidrocarburos.html](http://www.cne.cl/estadisticas/nacionales/petroleo/f_hidrocarburos.html).
- CNE (Comisión Nacional de Energía) (1999), Balance año 1999, Estadísticas, Balance Nacional de Energía, [http://www.cne.cl/estadisticas/f\\_estadisticas.html](http://www.cne.cl/estadisticas/f_estadisticas.html).
- CNE (Comisión Nacional de Energía) (1998), Balance Nacional de Energía/National Energy Balance 1979-1998/Chile, Santiago, Chile.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (2003), Inventario de Emisiones, Artículo 1104 sitio web, <http://www.conama.cl/rm/568/article-1104.html> (Mayo, 2003)
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (1998), Antecedentes para la Revisión de las Normas de Calidad de Aire contenidas en la Resolución N° 1215 del Ministerio de Salud, 1978, Preparado por SGA Ltda. para CONAMA, sitio: <http://www.conama.cl/portal/1255/article-26303.html>, Septiembre de 1998.

- CONAMA RM (Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región Metropolitana) (2001), Anteproyecto de revisión, reformulación y actualización del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), sitio web, [http://www.conama.cl/rm/568/articles-2293\\_anteproyecto.zip](http://www.conama.cl/rm/568/articles-2293_anteproyecto.zip), Octubre, 2001.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2002), Health assessment document for diesel engine exhaust, Prepared by the National Center for Environmental Assessment, Washington, DC, for the Office of Transportation and Air Quality; EPA/600/8-90/057F. National Technical Information Service, Springfield, VA; PB2002-107661, <http://www.epa.gov/ncea>.
- López, Gianni (2002) : Crónica “De mitos, impuestos y micros” publicada en el portal Sustentable.cl ([www.sustentable.cl](http://www.sustentable.cl)) el 8 de diciembre de 2002.
- Rijkeboer, R., Hedriksen, P., Holleans B., van der Weide, J. (1994), “Potential impact of our different car fuels on the Dutch environment”, TNO Road-Vehicles Research Institute, Delft, Baltimore, Maryland.
- Saphores, E. (2001), Uso de GLP como Combustible Vehicular, GASCO S.A., 24 de Julio de 2001.
- SECTRA (Secretaría de Transportes) (2003), Plan de cambio Tecnológico para el Sistema de Transporte Público de Santiago-Chile, Informe Final, elaborado por U. de Chile, Pontificia Universidad Católica, Deuman Ingenieros para Sectra, Enero 2003.

## **Anexos**

---

## Anexo 1: Definición de escenarios de cambio tecnológico

Sobre la base de las definiciones y criterios definidos en el estudio “Plan de cambio Tecnológico para el Sistema de Transporte Público de Santiago-Chile”, elaborado por U. de Chile, Pontificia Universidad Católica, Deuman Ingenieros para Sectra, en enero de 2003, se definieron 9 escenarios de cambio tecnológico, los que se describen a continuación.

Cuadro 27

### RESUMEN DE ESCENARIOS CONSIDERADOS

Escenario	Descripción	Nombre
0	Proyección de licitación y flota de buses actuales sin CT	BASE
1	Nueva licitación sin CT (sólo buses diesel en ST y SA)	LIC
2	Nueva licitación con buses híbridos en ST	HIB-ST
3	Nueva licitación con buses GNC en ST	GNC-ST
4	Nueva licitación con trolebuses en ST	TRO-ST
5	Nueva licitación con tranvías en ST	TRA-ST
6	Nueva licitación con buses híbridos en SA	HIB-SA
7	Nueva licitación con buses GNC en SA	GNC-SA
8	Nueva licitación con CT de bajo costo en SA	DOC-SA
9	Nueva licitación con CT de mediano costo en SA	DPF-SA

#### Notas:

CT: Cambio Tecnológico

ST: Servicios Troncales

SA: Servicios Alimentadores

GNC: Gas Natural Comprimido

DOC: Diesel Oxidation Catalyst

DPF: Diesel Particulate Filter

1. Los escenarios 0 y 1 consideran el total de arcos de la red vial.
2. Los escenarios 2, 3, 4 y 5 se evalúan para dos Servicios Troncales (Alameda- Apoquindo y San Pablo).
3. Los escenarios 6, 7, 8 y 9 se evalúan para un Servicio Alimentador (zona 1: sector nor-orientado).

### 1. Escenario 0 (BASE)

#### a) Forma de operación

Consiste en la estructura de la red del sistema de TPS, tamaño de flota y aspectos regulatorios definidos por la licitación actual de recorridos.

#### b) Tecnología de vehículos

Se asume la existencia de buses normales de 12 o menos años de antigüedad, propulsados por motores diesel, que cumplen las normas de emisiones vigentes a la fecha (EPA91/EURO1, EPA94/EURO2, EPA98/EURO3).

#### c) Tecnología de infraestructura

Considera la optimización de la operación de la infraestructura vial para buses definida por el Programa 7 (P7) del PTUS. Es decir:

- Calles exclusivas para buses durante el período punta de la mañana (7:30 – 10:00).
- Vías reversibles en períodos punta de la mañana y tarde (17:00 – 21:00), algunas de las cuales son usadas por vehículos de transporte público (Irarrázaval, Salvador, Portugal, etc.).
- Pistas exclusivas para buses en eje Alameda, parcialmente segregadas con separadores de hormigón.

## 2. Escenario 1 (LIC)

### a) Forma de operación

Consistirá en la estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003, que incluye:

- Servicios Troncales (ST) en los principales corredores de TPS
- Servicios Alimentadores (SA) de los ST (distribuidos en 9 zonas)

### b) Tecnología de vehículos

El proceso de licitación del 2003 considera diferentes tecnologías en cuanto a tamaño de vehículos para los distintos servicios:

- Buses de 80 y 160 pasajeros en ST
- Buses de 80 pasajeros en SA

Ambos casos con vehículos diesel que cumplan norma de emisiones vigente (EPA91/EURO1, EPA94/EURO2, EPA98/EURO3), de acuerdo a su antigüedad.

### c) Tecnología de infraestructura

Se asume las siguientes condiciones de infraestructura y operación:

- Construcción de corredores segregados para buses en ST (v.g. Avda. Grecia: 2 millones USD/km).
- Uso de vías normales en SA
- Construcción de Paraderos de Alto Estándar (PAE) tanto en ST como en rutas de los SA.
- Prioridad activa para los buses en semáforos de los ST (*selective vehicle detection*).

## 3. Escenario 2 (HIB-ST)

### a) Forma de operación

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a dos ST: servicio Alameda-Apoquindo 1080 (P-O) – 1081 (O-P); y servicio San Pablo 1510 (P-O) - 1511 (O-P).

### b) Tecnología de vehículos

La totalidad de los buses existentes en estos servicios son híbridos (73 en Alameda y 99 en San Pablo).

### c) Tecnología de infraestructura

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en el Escenario 1, por cuanto el tipo de vehículo en ST lo requiere.

## 4. Escenario 3 (GNC-ST)

### a) Forma de operación

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a dos ST: servicio Alameda-Apoquindo 1080 (P-O) – 1081 (O-P); y servicio San Pablo 1510 (P-O) - 1511 (O-P).

### b) Tecnología de vehículos

La totalidad de los buses existentes en estos servicios son dedicados GNC (73 en Alameda y 99 en San Pablo).

**c) Tecnología de infraestructura**

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en el Escenario 1, por cuanto el tipo de vehículo en ST lo requiere.

**5. Escenario 4 (trolebuses)****a) Forma de operación**

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a dos ST: servicio Alameda-Apoquindo 1080 (P-O) – 1081 (O-P); y servicio San Pablo 1510 (P-O) - 1511 (O-P).

**b) Tecnología de vehículos**

La totalidad del servicio corresponde a trolebuses.

**c) Tecnología de infraestructura**

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en el Escenario 1, por cuanto el tipo de vehículo en ET lo requiere. Sólo aumentan sus costos de inversión (4 millones USD/km) y operación (3 veces los de un bus articulado).

**6. Escenario 5 (tranvías)****a) Forma de operación**

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a dos ST: servicio Alameda-Apoquindo 1080 (P-O) – 1081 (O-P); y servicio San Pablo 1510 (P-O) - 1511 (O-P).

**b) Tecnología de vehículos**

La totalidad del servicio corresponde a tranvías.

**c) Tecnología de infraestructura**

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en los escenarios 1 y 2, debido a que un tranvía requiere una vía segregada, estaciones y prioridad en semáforos similares a las de un corredor segregado para buses o trolebuses. Pero aumentan sus costos de inversión (9 millones USD/km).

**7. Escenario 6 (HIB-SA)****a) Forma de operación**

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a los SA.

**b) Tecnología de vehículos**

La totalidad de los buses corresponden a buses híbridos.

**c) Tecnología de infraestructura**

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en el Escenario 1, por cuanto el tipo de vehículo en ET lo requiere.

**8. Escenario 7 (GNC-SA)****a) Forma de operación**

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a los SA.

**b) Tecnología de vehículos**

La totalidad de los buses corresponden a buses dedicados GNC.

**c) Tecnología de infraestructura**

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en el Escenario 1, por cuanto el tipo de vehículo en ET lo requiere.

**9. Escenario 8 (DOC-SA)**

**a) Forma de operación**

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a los SA.

**b) Tecnología de vehículos**

La totalidad de los buses corresponden a buses diesel equipados con sistemas catalíticos de oxidación (DOC).

**c) Tecnología de infraestructura**

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en el Escenario 1, por cuanto el tipo de vehículo en ET lo requiere.

**10. Escenario 9 (DPF-SA)**

**a) Forma de operación**

Consistirá en la misma estructura de la red y regulaciones definidas por el proceso de licitación del 2003 definido en el Escenario 1, aplicadas a los SA.

**b) Tecnología de vehículos**

La totalidad de los buses corresponden a buses diesel equipados con filtros de partículas (DPF).

**c) Tecnología de infraestructura**

Las condiciones de infraestructura y operación son las mismas definidas en el Escenario 1, por cuanto el tipo de vehículo en ET lo requiere.

## Anexo 2: Ley 18.502

### Establece impuestos a combustibles que señala Ley N° 18.502, Ministerio de Hacienda, Publicado en el Diario Oficial del 3 de abril de 1986

La Junta de Gobierno de la República de Chile ha dado su aprobación al siguiente Proyecto de Ley:

**Artículo 1°:** Establécese un impuesto anual, a beneficio fiscal, a los vehículos motorizados que transiten por las calles, caminos y vías públicas en general y que se encuentren autorizados para usar gas natural comprimido o gas licuado como combustible dentro del territorio nacional. El monto de este impuesto, expresado en Unidades Tributarias Mensuales según el valor vigente al mes de su pago, será el siguiente:

**Cuadro 28**

**CÁLCULO DEL IMPUESTO A LOS VEHÍCULOS MOTORIZADOS**

	Combustible utilizado	
	Gas Natural Comprimido	Gas Licuado
A) A los vehículos comprendidos en la letra a) del artículo 12 del decreto de ley N° 3.063, de 1979.	1,43 x I	1,43 x I
B) A todos los vehículos comprendidos en los números 1, 2, 3 y 4 de la letra b) del artículo 12 del decreto ley N° 3.063, de 1979	3,21 x I	7,50 x I

El factor I indicado en las letras A) y B) corresponde al impuesto específico por metro cúbico que rija para la gasolina automotriz, vigente a la fecha en que corresponda efectuar el pago de acuerdo con lo establecido en el artículo 6° de esta Ley.

El impuesto establecido en este artículo se aplicará a contar del mes en que se autorice el uso de gas natural comprimido o de gas licuado al respectivo vehículo, en la forma y condiciones que determine el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. De igual manera, este Ministerio fijará las condiciones para el cambio de combustible de un vehículo que esté utilizando gas natural comprimido o gas licuado a otro tipo de combustible.

**Artículo 2°:** El impuesto que se establece en el artículo 1° de esta Ley, deberá pagarse anualmente por el propietario del vehículo al solicitar el permiso de circulación a que se refiere el decreto Ley N° 3.063, de 1979.

Las Municipalidades respectivas deberán exigir que se acredite el pago de este impuesto antes de otorgar el permiso de circulación y deberán dejar constancia de ello, consignando en el mismo el número y fecha del comprobante de pago y su monto, como también, del hecho de efectuarse en cuotas el pago el impuesto, en conformidad a lo dispuesto en el artículo siguiente.

**Artículo 3°.-** El pago de este impuesto podrá efectuarse en doce cuotas iguales, expresadas en Unidades Tributarias Mensuales. La primera dentro del plazo ordinario de renovación del permiso de circulación respectivo y cada una de las restantes, dentro de los diez primeros días de cada uno de los once meses siguientes, al valor de la Unidad Tributaria vigente en el mes del pago.

La obligación de pagar determinada cuota pesará sobre los respectivos vehículos mientras no cuenten con un certificado del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de que han sido retirados de circulación o se hayan cambiado a otro tipo de combustible, dentro del mes anterior al que corresponda pagar la respectiva cuota. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones determinará la forma y condiciones en que se otorgará este certificado y cuáles son los requisitos que deberán cumplir los vehículos para ello.

**Artículo 4°.-** Los vehículos que deban pagar por primera vez el impuesto establecido en el artículo 1° de esta Ley, lo harán dentro del plazo de diez días, contado desde la fecha de la autorización, proporcionalmente por cada uno de los meses que falten para la próxima renovación del permiso de circulación, de acuerdo con lo establecido en el artículo 15 del decreto Ley N° 3.063, de 1979, incluyendo el mes a que corresponde la autorización para el uso del gas natural comprimido o gas licuado según proceda. En este caso, el pago el impuesto podrá también efectuarse en tantas cuotas iguales, expresadas en Unidades Tributarias Mensuales, como meses le corresponda pagar, en conformidad a las normas del artículo anterior.

**Artículo 5°.-** No podrá renovarse el permiso de circulación de los vehículos señalados en el artículo 1° mientras no se acredite el pago total del impuesto correspondiente al año anterior, salvo que el interesado demuestre que en un determinado período estuvo acogido a la norma del inciso segundo del artículo 3°.

**Artículo 6°.-** Establécense, a beneficio fiscal, los impuestos respectivos que más adelante se indican, a las gasolinas automotrices y el petróleo diesel. Estos impuestos se devengarán al tiempo de la primera venta o importación de los productos señalados y afectarán al productor o importador de ellos.

Los impuestos específicos a las gasolinas y al petróleo diesel, se expresarán en Unidades Tributarias Mensuales, según su valor vigente al momento de la determinación del impuesto por cada metro cúbico del producto, en adelante UTM/m<sup>3</sup> y se calcularán de la siguiente forma:

- a) Para las gasolinas automotrices, será igual a 2 UTM/m<sup>3</sup>, más el setenta por ciento de la diferencia, siempre que ésta sea positiva, entre 233 dólares de los Estados Unidos de Norteamérica, expresados en pesos, utilizando para este efecto el precio del dólar que fije el Banco Central de Chile según el acuerdo 1658 u otro que lo sustituya en el futuro, en adelante tipo de cambio, vigente al día en que el impuesto deba calcularse, y el precio de venta, sin impuestos, de la gasolina de 93 octanos, expresado en pesos por metro cúbico, que la Empresa Nacional del Petróleo, a través de su filial Refinería de Petróleo, de Concón, expend a distribuidores mayoristas en la refinería. Este último precio se denominará en adelante precio base de la gasolina 93 octanos.
- b) (Modificaciones: Ley 18.768 Art. 21, a), ver Nota 1 y Nota 1.1)
- c) Para el petróleo diesel, será igual a 1,5 UTM/m<sup>3</sup> más el setenta por ciento de la diferencia, siempre que ésta sea positiva, entre 196 dólares de los Estados Unidos de Norteamérica, expresados en pesos, según el tipo de cambio correspondiente y el precio de venta, sin impuestos, del petróleo diesel, expresando en pesos por metro cúbico, que la Empresa Nacional del Petróleo de Concón, expend a distribuidores mayoristas en la refinería. Este último precio se denominará en adelante precio base del petróleo diesel.

El 70% a que se refieren las letras a) y b) anteriores será el 60% a contar del 1° de Julio de 1987 y de 18% durante el año 1989.

(Modificaciones: Ley 18.591 Art. 6° a); ver NOTA 1.2; Ley 19.868 Art. 21, b))

Los impuestos se calcularán por primera vez el día de entrada en vigencia de la presente Ley, rigiendo desde esa fecha y de modificarán sólo cuando el precio base del petróleo diesel o de la gasolina de 93 octanos, varíe en más de 2% respecto de aquel que existía al día en que de determinó

el impuesto específico vigente, ambos expresados en dólares de los Estados Unidos de Norteamérica de acuerdo con el tipo de cambio correspondiente.

(Modificaciones: Ley 18.696 Art. 1° a) ver NOTA 2)

Cada vez que se requiera modificar el impuesto por la razón antes señalada, el Presidente de la República, mediante decreto fundado expendido a través del Ministerio de Hacienda, podrá modificar, respecto de las gasolinas automotrices y del petróleo diesel o solamente del producto cuyo precio varíe, el guarismo de 18%, señalado en el inciso tercero de este artículo, por 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, o 0%.

(Modificaciones: Ley 18.696 Art. 1° b) Ver NOTA 2)

El 1° de Enero de 1990 el impuesto específico que regirá para el petróleo diesel será el menor valor entre 2 UTM/m<sup>3</sup> y el vigente al 31 de Diciembre de 1989, expresado en UTM/m<sup>3</sup> y para las gasolinas automotrices será de 3,4893 UTM/m<sup>3</sup>. A partir del 1° de Enero de 1990, dejará de ser aplicable lo señalado en los incisos segundo, tercero y cuarto de este artículo.

Los impuestos específicos que se establecen en el presente artículo no serán base imponible del Impuesto al Valor Agregado en la importación, en ninguna etapa de la producción o distribución ni en la venta al consumidor de las gasolinas automotrices y del petróleo diesel.

(ver Nota 3; Nota 3.1. Ley 18.768 Art. 21, c) Ley 18.591 Art. 6° b); ver Nota 1.2 Ley 18768 Art. 21, b) Ley 19.065, Art. 6° Nota 3.2 Ley 18.551 Art. 1° N° 1, a) Nota 4.

Los productores deberán enterar este tributo en arcas fiscales dentro de los diez primeros días hábiles siguientes a la semana en que se efectuaron las transferencias. Los importadores deberán pagar este impuesto antes del retiro de las especies de Aduana y como condición previa para ello.

Las exportaciones de gasolinas automotrices y petróleo diesel estarán exentas en su venta al exterior, de los impuestos específicos que establece esta Ley. Cuando se hubiesen soportado los tributos señalados, será aplicable al exportador de dichos productos, para la recuperación de éstos, el mismo sistema que el decreto Ley N° 825, de 1974, y su reglamentación, establece para el Impuesto al Valor Agregado.

(Modificaciones: Ley 18.551 Art. 1° N° 1, b) Ver Nota 4).

Las ventas a las Zonas Francas de los combustibles referidos, nacionales o nacionalizados, serán consideradas exportación, para los efectos de los impuestos establecidos en esta Ley, en la forma dispuesta en el artículo 10 bis del decreto de Hacienda, N° 341, de 1977, quedando sus ventas a las Zonas de Extensión o su reingreso al resto del país, afectas a los impuestos específicos respectivos.

**Nota 1:** En el inciso segundo del artículo 21, letra a) de la N° 18.768, publicada en el “Diario Oficial” de 29 de Diciembre de 1988, dispuso que la modificación al inciso segundo de este artículo, que ordena sustituir el guarismo “3 UTM/m<sup>3</sup>” por “2 UTM/m<sup>3</sup>” regirá desde la fecha en que se publique en el Diario Oficial el primer decreto que se dicte por aplicación del inciso cuarto del artículo 6° de la Ley N° 18.502, fecha desde la cual regirá también dicho decreto.

**Nota 1.1:** El artículo 1° transitorio de la Ley N° 19.065, publicada en el “Diario Oficial” de 25 de Junio de 1991, estableció que el impuesto específico a las gasolinas automotrices a que se refiere el presente artículo, será de 3,6186 UTM/m<sup>3</sup> hasta el 31 de Diciembre de 1992.

**Nota 1.2:** Las modificaciones introducidas por el artículo 6° de la Ley 18.591, rige a contar del primero de Enero de 1987. (Ley 18.591, art. 110).

**Nota 2:** Las modificaciones introducidas por la Ley 18.696 rigen a contar del 31 de Marzo de 1988. (Ley 18.696, art. 1°).

**Nota 3:** El D.F.L. N° 6, Min. Hacienda, de 1988, estableció en 15 por ciento para el petróleo diesel el porcentaje correspondiente a la parte variable del cálculo del impuesto específico a dicho combustible, actualmente de cero por ciento.

**Nota 3.1:** El D.F.L. N° 3, de Hacienda, publicado en el “Diario Oficial” de 7 de Abril de 1989, estableció en treinta y cinco por ciento para las gasolinas automotrices el porcentaje correspondiente a la parte variable del cálculo del impuesto específico a dicho combustible, actualmente de cero por ciento.

**Nota 3.2:** El N° 4° del art. 7° de la Ley N° 19.065, publicada en el “Diario Oficial” de 25 de Junio de 1991, ordenó que la modificación introducida al inciso quinto del presente artículo regirá a contar del 1° de Enero de 1993.

**Nota 4:** Lo dispuesto en el art. 1° de la Ley 18.551, regirá desde la fecha de publicación de esta Ley en el Diario Oficial. (Ley N° 18.551, art. 2°).

**Artículo 7°:** Facúltase al Presidente de la República para que, dentro de un año, mediante decretos expedidos a través del Ministerio de Hacienda, pueda establecer para las empresas afectas al Impuesto al Valor Agregado y para las empresas constructoras, que usen petróleo diesel, que no esté destinado a vehículos motorizados que transiten por las calles, caminos y vías públicas en general, la recuperación del impuesto de esta Ley soportado en la adquisición de dicho producto, como crédito fiscal al Impuesto al Valor Agregado determinado por el período tributario correspondiente, o mediante su devolución. Para estos efectos, el Presidente de la República deberá ajustarse a las normas pertinentes del decreto Ley N° 825, de 1974, pero podrá introducirle las adaptaciones que estime necesarias para adecuarlas a las características y naturaleza del citado beneficio. No podrán acogerse a esta modalidad de recuperación del impuesto, las empresas de transporte terrestre y las que utilicen vehículos motorizados que transiten por las calles, caminos y vías públicas respecto del consumo de petróleo diesel efectuado en ellos.

(Modificaciones: Ley 18.551 ART. 1° N° 2, a) Ver Nota 3)

Tratándose de empresas constructoras la recuperación prevista en este artículo se efectuará imputando la totalidad del impuesto específico soportasen la forma establecida en el artículo 21 del decreto Ley N° 910, de 1975.

(Modificaciones: Ley 18.551 Art. 1° N° 2, b) Ver Nota 3)

Las empresas de transportes ferroviario y las empresas que adquieran el petróleo diesel en la provincia de Isla de Pascua para su uso en ella recuperarán la totalidad del impuesto específico que soporten en la adquisición del petróleo diesel que no esté destinado a vehículos que transitan por las calles y caminos. La recuperación del impuesto específico procederá dentro del mes siguiente al de la adquisición del producto gravado y se sujetará, en lo pertinente, a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables a los exportadores, en la forma que determine el Servicio de Impuestos Internos.

(Modificaciones: LEY 18674 Art. UNICO)

**Artículo 8°:** Derógase el decreto supremo N° 294, de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 31 de Mayo de 1980.

**Artículo 9°:** Establécese un subsidio especial a los combustibles líquidos derivados del petróleo que se expendan en Isla de Pascua, que no podrá exceder en cada producto de 3,5 unidades tributarias mensuales por metro cúbico, cuyo valor podrá pagarse directamente o mediante la imputación de la suma respectiva al pago de determinados tributos.

Facúltase al Presidente de la República para regular, restringir o limitar el monto del subsidio a que se refiere el inciso precedente, hacerlo efectivo en cualquier etapa de la producción, importación, distribución o venta al consumidor, y reglamentar las modalidades de su otorgamiento.

José T. Merino Castro, Almirante, Comandante en Jefe de la Armada, Miembro de la H. Junta de Gobierno.- Fernando Matthei Aubel, General del Aire, Comandante en Jefe de la Fuerza Aérea, Miembro de la H. Junta de Gobierno, Rodolfo Stange Oelckers, General Director de Carabineros, Miembro de la H. Junta de Gobierno, Julio Canessa Robert, Teniente General de Ejército, Miembro de la H. Junta de Gobierno.

Por cuanto he tenido a bien aprobar la precedente Ley, la sanciono y la firmo en señal de promulgación. Llévase a efecto como Ley de la República. Regístrese en la Contraloría General de la República, publíquese en el Diario Oficial e insértese en la Recopilación Oficial de dicha Contraloría.

Santiago, 1° de Abril de 19986.- Augusto Pinochet Ugarte, General de Ejército, Presidente de la República, Hernán Büchi Buc, Ministro de Hacienda.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.-

Saluda atentamente a Ud.- Manuel Concha Martínez, Coronel de Ejército, Subsecretario de Hacienda.

**Fuente:** Página web de la Comisión Nacional de Energía



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

recursos naturales e infraestructura

## Números publicados

1. Panorama minero de América Latina a fines de los años noventa, Fernando Sánchez Albavera, Georgina Ortiz y Nicole Moussa (LC/L.1253-P), N° de venta S.99.II.G.33 (US\$10,00), 1999. [www](#)
2. Servicios públicos y regulación. Consecuencias legales de las fallas de mercado, Miguel Solanes (LC/L.1252-P), N° de venta S.99.II.G.35 (US\$10,00), 1999. [www](#)
3. El código de aguas de Chile: entre la ideología y la realidad, Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1263-P), N° de venta S.99.II.G.43 (US\$10,00), 1999. [www](#)
4. El desarrollo de la minería del cobre en la segunda mitad del Siglo XX, Nicole Moussa, (LC/L.1282-P), N° de venta S.99.II.G.54 (US\$10,00), 1999. [www](#)
5. La crisis eléctrica en Chile: antecedentes para una evaluación de la institucionalidad regulatoria, Patricio Rozas Balbontín, (LC/L.1284-P), N° de venta S.99.II.G.55 (US\$ 10,00), 1999. [www](#)
6. La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos: un nuevo espacio para el aporte del Grupo de Países Latinoamericanos y Caribeños (GRULAC), Carmen Artigas (LC/L.1318-P), N° de venta S.00.II.G.10 (US\$ 10,00), 1999. [www](#)
7. Análisis y propuestas para el perfeccionamiento del marco regulatorio sobre el uso eficiente de la energía en Costa Rica, Rogelio Sotela (LC/L.1365-P), N° de venta S.00.II.G.34 (US\$ 10,00), 1999. [www](#)
8. Privatización y conflictos regulatorios: el caso de los mercados de electricidad y combustibles en el Perú, Humberto Campodónico, (LC/L.1362-P), N° de venta S.00.II.G.35 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
9. La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial, Eduardo Chaparro, (LC/L.1384-P), N° de venta S.00.II.G.76 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
10. Sistema eléctrico argentino: los principales problemas regulatorios y el desempeño posterior a la reforma, Héctor Pistonesi, (LC/L.1402-P), N° de venta S.00.II.G.77 (US\$10,00), 2000. [www](#)
11. Primer diálogo Europa-América Latina para la promoción del uso eficiente de la energía, Huberto Campodónico (LC/L.1410-P), N° de venta S.00.II.G.79 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
12. Proyecto de reforma a la Ley N°7447 “Regulación del Uso Racional de la Energía” en Costa Rica, Rogelio Sotela y Lidette Figueroa, (LC/L.1427-P), N° de venta S.00.II.G.101 (US\$10,00), 2000. [www](#)
13. Análisis y propuesta para el proyecto de ley de “Uso eficiente de la energía en Argentina”, Marina Perla Abruzzini, (LC/L.1428-P, N° de venta S.00.II.G.102 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
14. Resultados de la reestructuración de la industria del gas en la Argentina, Roberto Kozulj (LC/L.1450-P), N° de venta S.00.II.G.124 (US\$10,00), 2000. [www](#)
15. El Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP) y el mercado de los derivados en Chile, Miguel Márquez D., (LC/L.1452-P) N° de venta S.00.II.G.132 (US\$10,00), 2000. [www](#)
16. Estudio sobre el papel de los órganos reguladores y de la defensoría del pueblo en la atención de los reclamos de los usuarios de servicios públicos, Juan Carlos Buezo de Manzanedo R. (LC/L.1495-P), N° de venta S.01.II.G.34 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
17. El desarrollo institucional del transporte en América Latina durante los últimos veinticinco años del siglo veinte, Ian Thomson (LC/L.1504-P), N° de venta S.01.II.G.49 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
18. Perfil de la cooperación para la investigación científica marina en América Latina y el Caribe, Carmen Artigas y Jairo Escobar (LC/L.1499-P), N° de venta S.01.II.G.41 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
19. Trade and Maritime Transport between Africa and South America, Jan Hoffmann, Patricia Isa, Gabriel Pérez (LC/L.1515-P), Sales Number E.00.G.II.57 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
20. La evaluación socioeconómica de concesiones de infraestructura de transporte: caso Túnel El Melón – Chile, Francisco Ghisolfi (LC/L.1505-P), N° de venta S.01.II.G.50 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
21. El papel de la OPEP en el comportamiento del mercado petrolero internacional, Ariela Ruiz-Caro (LC/L.1514-P), N° de venta S.01.II.G.56 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
22. El principio precautorio en el derecho y la política internacional, Carmen Artigas (LC/L.1535-P), N° de venta S.01.II.G.80 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)

23. Los beneficios privados y sociales de inversiones en infraestructura: una evaluación de un ferrocarril del Siglo XIX y una comparación entre ésta y un caso del presente, Ian Thomson (LC/L.1538-P), N° de venta S.01.II.G.82 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
24. Consecuencias del "shock" petrolero en el mercado internacional a fines de los noventa, Humberto Campodónico (LC/L.1542-P), N° de venta S.00.II.G.86 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
25. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales, Ian Thomson y Alberto Bull (LC/L.1560-P), N° de venta S.01.II.G.105 (US\$10,00), 2001. [www](#)
26. Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina, Wolfgang Lutz. (LC/L.1563-P), N° de venta S.01.II.G.106 (US\$10,00), 2001. [www](#)
27. Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI, A. Jouravlev (LC/L.1564-P), N° de venta S.01.II.G.109 (US\$10,00), 2001. [www](#)
28. Tercer Diálogo Parlamentario Europa-América Latina para la promoción del uso eficiente de la energía, Humberto Campodónico (LC/L.1568-P), N° de venta S.01.II.G.111 (US\$10,00), 2001. [www](#)
29. Water management at the river basin level: challenges in Latin America, Axel Dourojeanni (LC/L.1583-P), Sales Number E.II.G.126 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
30. Telemática: Un nuevo escenario para el transporte automotor, Gabriel Pérez (LC/L.1593-P), N° de venta S.01.II.G.134 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
31. Fundamento y anteproyecto de ley para promover la eficiencia energética en Venezuela, Vicente García Doderó y Fernando Sánchez Albavera (LC/L.1594-P), N° de venta S.01.II.G.135 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
32. Transporte marítimo regional y de cabotaje en América Latina y el Caribe: El caso de Chile, Jan Hoffmann (LC/L.1598-P), N° de venta S.01.II.G.139 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
33. Mejores prácticas de transporte internacional en la Américas: Estudio de casos de exportaciones del Mercosur al Nafta, José María Rubiato (LC/L.1615-P), N° de venta S.01.II.G.154 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
34. La evaluación socioeconómica de concesiones de infraestructura de transporte: Caso acceso norte a la ciudad de Buenos Aires, Argentina, Francisco Ghisolfo (LC/L.1625-P), N° de venta S.01.II.G.162 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
35. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua (Desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el Capítulo 18 del Programa 21), Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1660-P), N° de venta S.01.II.G.202 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
36. Regulación de la industria de agua potable. Volumen I: Necesidades de información y regulación estructural, Andrei Jouravlev (LC/L.1671-P), N° de venta S.01.II.G.206 (US\$ 10,00), 2001, Volumen II: Regulación de las conductas, Andrei Jouravlev (LC/L.1671/Add.1-P), N° de venta S.01.II.G.210 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
37. Minería en la zona internacional de los fondos marinos. Situación actual de una compleja negociación, Carmen Artigas (LC/L. 1672-P), N° de venta S.01.II.G.207 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
38. Derecho al agua de los pueblos indígenas de América Latina, Ingo Gentes (LC/L.1673-P), N° de venta S.01.II.G.213 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
39. El aporte del enfoque ecosistémico a la sostenibilidad pesquera, Jairo Escobar (LC/L.1669-P), N° de venta S.01.II.G.208, (US\$ 10,00), diciembre 2001. [www](#)
40. Estudio de suministro de gas natural desde Venezuela y Colombia a Costa Rica y Panamá, Víctor Rodríguez, (LC/L.1675-P; LC/MEX/L.515), N° de venta S.02.II.G.44, (US\$ 10,00), junio de 2002. [www](#)
41. Impacto de las tendencias sociales, económicas y tecnológicas sobre el Transporte Público: Investigación preliminar en ciudades de América Latina, Ian Thomson (LC/L.1717-P), N° de venta S.02.II.G.28, (US\$ 10,00), marzo de 2002. [www](#)
42. Resultados de la reestructuración energética en Bolivia, Miguel Fernández y Enrique Birhuet (LC/L.1728-P), N° de venta S.02.II.G.38, (US\$ 10,00), mayo 2002. [www](#)
43. Actualización de la compilación de leyes mineras de catorce países de América Latina y el Caribe, Volumen I, compilador Eduardo Chaparro (LC/L.1739-P) N° de venta S.02.II.G.52, (US\$ 10,00) junio de 2002 y Volumen II, (LC/L.1739/Add.1-P), N° de venta S.02.II.G.53, (US\$ 10,00) junio de 2002. [www](#)
44. Competencia y complementación de los modos carretero y ferroviario en el transporte de cargas. Síntesis de un seminario, Myriam Echeverría (LC/L.1750-P) N° de venta S.02.II.G.62, (US\$ 10,00), junio de 2002. [www](#)
45. Sistema de cobro electrónico de pasajes en el transporte público, Gabriel Pérez (LC/L.1752-P), N° de venta S.02.II.G.63, (US\$ 10,00), junio de 2002. [www](#)
46. Balance de la privatización de la industria petrolera en Argentina y su impacto sobre las inversiones y la competencia en los mercados minoristas de combustibles, Roberto Kozulj (LC/L.1761-P), N° de venta: S.02.II.G.76, (US\$10,00), julio de 2002. [www](#)
47. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica, Axel Dourojeanni, Andrei Jouravlev y Guillermo Chávez (LC/L.1777-P), N° de venta S.02.II.G.92 (US\$ 10,00), septiembre de 2002. [www](#)
48. Evaluación del impacto socio-económico del transporte urbano, en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo transmilenio, Irma Chaparro (LC/L.1786-P), N° de venta S.02.II.G.100, (US\$ 10,00) septiembre de 2002. [www](#)

49. Características de la inversión y del mercado mundial de la minería a principios de la década de 2000, H. Campodónico y G. Ortiz (LC/L.1798-P), N° de venta S.02.II.G.111, (US\$ 10,00), octubre de 2002. [www](#)
50. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar, Jairo Escobar (LC/L.1799-P), N° de venta S.02.II.G.112, (US\$ 10,00), diciembre de 2002. [www](#)
51. Evolución de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe, Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1826-P), N° de venta S.02.II.G.133, (US\$ 10,00), diciembre de 2002. [www](#)
52. Trade between Caribbean Community (CARICOM) and Central American Common Market (CACM) countries: the role to play for ports and shipping services, Alan Harding y Jan Hofmann (LC/L.1899-P), N° de venta E.03.II.G.58, (US\$ 10,00), mayo de 2003. [www](#)
53. La función de las autoridades en las localidades mineras, Patricio Ruiz (LC/L.1911-P), N° de venta S.03.II.G.69, (US\$ 10,00), junio de 2003. [www](#)
54. Identificación de obstáculos al transporte terrestre internacional de cargas en el Mercosur, Ricardo J. Sánchez y Georgina Cipoletta Tomasian (LC/L.1912-P), N° de venta S.03.II.G.70, (US\$ 10,00), mayo 2003. [www](#)
55. Energía y desarrollo sostenible: Posibilidades de financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur, Roberto Gomelsky (LC/L.1923-P), N° de venta S.03.II.G.78 (US\$ 10,00), junio de 2003. [www](#)
56. Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado, Alberto Bull, (LC/L. 1924-P), N° de venta: S.03.II.G.81, (US\$ 10,00), junio de 2003. [www](#)
57. Guías Prácticas para Situaciones Específicas, Manejo de Riesgos y Preparación para Respuesta a Emergencias Mineras, Zoila Martínez Castilla, (LC/L.1936-P), N° de venta: S.03.II.G.95, (US\$ 10,00), junio de 2003. [www](#)
58. Evaluación de la función y el potencial de las fundaciones mineras y su interacción con las comunidades locales Germán del Corral, julio de 2003. [www](#)
59. Acceso a la información: una tarea pendiente para la regulación latinoamericana, Andrei Jouravlev, (LC/L.1954-P), N° de venta S.03.II.G.109, (US\$ 10,00), agosto de 2003. [www](#)
60. Energia e pobreza: problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil, Roberto Schaeffer, Claude Cohen, Mauro Araújo Almeida, Carla Costa Achão, Fernando Monteiro Cima, (LC/L.1956-P), N° de venta: P.03.II.G.112, (US\$ 10,00), setembre, 2003.
61. Planeamiento del desarrollo local, Hernán Blanco (LC/L. 1959-P), N° de venta: S.03.II.G.117, (US\$ 10,00), septiembre de 2003.
62. Coherencia de las políticas públicas y su traducción en esquemas regulatorios consistentes. Caso del diesel oil en Chile, Pedro Maldonado G., (LC/L.1960-P), N° de venta: S.03.II.G.116, (US\$ 10,00), septiembre de 2003.

### Otros títulos elaborados por la actual División de Recursos Naturales e Infraestructura y publicados bajo la Serie Medio Ambiente y Desarrollo

1. Las reformas energéticas en América Latina, Fernando Sánchez Albavera y Hugo Altomonte (LC/L.1020), abril de 1997. [www](#)
2. Private participation in the provision of water services. Alternative means for private participation in the provision of water services, Terence Lee y Andrei Jouravlev (LC/L.1024), mayo de 1997 (inglés y español). [www](#)
3. Procedimientos de gestión para un desarrollo sustentable (aplicables a municipios, microrregiones y cuentas), Axel Dourojeanni (LC/L.1053), septiembre de 1997 (español e inglés). [www](#)
4. El Acuerdo de las Naciones Unidas sobre pesca en alta mar: una perspectiva regional a dos años de su firma, Carmen Artigas y Jairo Escobar (LC/L.1069), septiembre de 1997 (español e inglés). [www](#)
5. Litigios pesqueros en América Latina, Roberto de Andrade (LC/L.1094), febrero de 1998 (español e inglés). [www](#)
6. Prices, property and markets in water allocation, Terence Lee y Andrei Jouravlev (LC/L.1097), febrero de 1998 (inglés y español). [www](#)
8. Hacia un cambio en los patrones de producción: Segunda Reunión Regional para la Aplicación del Convenio de Basilea en América Latina y el Caribe (LC/L.1116 y LC/L.1116 Add/1), vols. I y II, septiembre de 1998. [www](#)
9. Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina". La industria del gas natural y las modalidades de regulación en América Latina, Humberto Campodónico (LC/L.1121), abril de 1998. [www](#)
10. Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina". Guía para la formulación de los marcos regulatorios, Pedro Maldonado, Miguel Márquez e Iván Jaques (LC/L.1142), septiembre de 1998. [www](#)

- 11 Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Panorama minero de América Latina: la inversión en la década de los noventa, Fernando Sánchez Albavera, Georgina Ortiz y Nicole Moussa (LC/L.1148), octubre de 1998. [www](#)
- 12 Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Las reformas energéticas y el uso eficiente de la energía en el Perú, Humberto Campodónico (LC/L.1159), noviembre de 1998. [www](#)
- 13 Financiamiento y regulación de las fuentes de energía nuevas y renovables: el caso de la geotermia, Manlio Coviello (LC/L.1162), diciembre de 1998. [www](#)
- 14 Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Las debilidades del marco regulatorio eléctrico en materia de los derechos del consumidor. Identificación de problemas y recomendaciones de política, Patricio Rozas (LC/L.1164), enero de 1999. [www](#)
- 15 Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Primer Diálogo Europa-América Latina para la Promoción del Uso Eficiente de la Energía (LC/L.1187), marzo de 1999. [www](#)
- 16 Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Lineamientos para la regulación del uso eficiente de la energía en Argentina, Daniel Bouille (LC/L.1189), marzo de 1999. [www](#)
- 17 Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la Energía en América Latina”. Marco Legal e Institucional para promover el uso eficiente de la energía en Venezuela, Antonio Ametrano (LC/L.1202), abril de 1999. [www](#)

- 
- El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: [publications@eclac.cl](mailto:publications@eclac.cl).
  - [www](#) Disponible también en Internet: <http://www.cepal.org/> o <http://www.eclac.org>

Nombre: .....
Actividad: .....
Dirección: .....
Código postal, ciudad, país: .....
Tel.:.....Fax: .....E.mail: .....