

# **INFORME DE RECURSOS 1990-1999**

**FUNDACIÓN TERRAM  
Dirección de Estudios**

**PRIMAVERA 2000  
SANTIAGO, CHILE**



**TERRAM PUBLICACIONES**

*Huelén 95 Piso 3, Providencia CP 6640339, Santiago, Chile;*  
*T: (56 2) 2640682, F: (56 2) 2642514; [www.terram.cl](http://www.terram.cl); [terram@terra.cl](mailto:terram@terra.cl)*

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>	<b>IV. SECTOR PESQUERO .....</b>	<b>44</b>
1.1 <i>La Problemática Ambiental</i> .....	2	1. DESEMPEÑO ECONÓMICO.....	45
1.2 <i>El Desarrollo Sustentable</i> .....	3	1.1 <i>Historia</i> .....	45
1.3 <i>Indicadores de Desarrollo Sustentable</i> .....	4	1.2 <i>Caracterización del Sector Económico</i> .....	45
1.4 <i>Metodología en el Informe Anual de Recursos Naturales</i> .....	5	1.3 <i>Importancia del Sector en la Economía</i> .....	45
1.5 <i>Resultados y Algunas Conclusiones Preliminares</i> .....	6	1.4 <i>Localización</i> .....	52
<b>II. EXTERNALIDADES DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA.....</b>	<b>9</b>	1.5 <i>Propiedad</i> .....	53
1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA .....	10	1.6 <i>Distribución del Ingreso</i> .....	54
1.1 <i>Ciudad de Santiago</i> .....	10	2. IMPACTO AMBIENTAL .....	55
1.2 <i>Contaminación en Otras Ciudades</i> .....	13	2.1 <i>Introducción</i> .....	55
1.3 <i>Efectos de la Contaminación</i> .....	14	2.2 <i>Agotamiento</i> .....	55
2. CONTAMINACIÓN POR GENERACIÓN DE RESIDUOS .....	17	2.3 <i>Degradación</i> .....	63
2.1 <i>Residuos Industriales Sólidos</i> .....	17	3. CONCLUSIONES .....	67
2.2 <i>Residuos Domiciliarios Sólidos</i> .....	20	<b>V. SECTOR FORESTAL .....</b>	<b>69</b>
2.3 <i>Residuos Industriales Líquidos</i> .....	21	1. DESEMPEÑO ECONÓMICO.....	70
3. IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	23	1.1 <i>Historia</i> .....	70
3.1 <i>Plaguicidas</i> .....	23	1.2 <i>Caracterización del Sector Económico</i> .....	70
3.2 <i>Sustancias Agotadoras de Ozono</i> .....	24	1.3 <i>Importancia del Sector en la Economía</i> .....	70
4. CONCLUSIONES.....	25	1.4 <i>Localización</i> .....	77
<b>III. SECTOR MINERO .....</b>	<b>27</b>	1.5 <i>Propiedad</i> .....	79
1. DESEMPEÑO ECONÓMICO .....	28	2. IMPACTO AMBIENTAL .....	80
1.1 <i>Historia</i> .....	28	2.1 <i>Introducción</i> .....	80
1.2 <i>Caracterización del Sector Económico</i> .....	28	2.2 <i>Industria de la Celulosa</i> .....	81
1.3 <i>Importancia del Sector en la Economía</i> .....	29	2.3 <i>Bosque nativo</i> .....	84
1.4 <i>Localización</i> .....	35	3. CONCLUSIONES .....	90
1.5 <i>Propiedad</i> .....	35	<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>91</b>
2. IMPACTO AMBIENTAL.....	36	<b>VII. NOTAS.....</b>	<b>93</b>
2.1 <i>Principales Problemas Ambientales</i> .....	36	<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>98</b>
2.2 <i>Agotamiento</i> .....	36		
2.3 <i>Degradación</i> .....	39		
3. CONCLUSIONES.....	42		

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 La Problemática Ambiental<sup>1</sup>**

Hasta hace poco los recursos provenientes de la naturaleza se consideraban un regalo. El medio ambiente proporcionaba recursos y, a cambio, recibía residuos sin carga alguna. Sin embargo, esta visión se ha alterado a fondo desde la primera crisis ecológica, a fines de los sesenta. Entonces se descubrieron las consecuencias de la actividad productiva sobre el medio ambiente y sus posibles implicancias para la sociedad. Entre otros, se descubrió que el calentamiento de la tierra era resultado de la emisión de dióxido de carbono, debido a la quema de combustibles fósiles; que la producción de clorofluorocarbonos CFC incidía directamente en la disminución en la capa de ozono; que los tóxicos de los pesticidas se encontraban esparcidos por todo el planeta, incluso hasta en la piel de los pingüinos árticos. Todos estos hechos -el calentamiento del planeta, la disminución de la capa de ozono y la permanencia de sustancias tóxicas- tienen consecuencias de la mayor gravedad para la vida biológica y la sustentabilidad del planeta.

La destrucción y degradación de los recursos naturales ha alcanzado una magnitud tal desde la Revolución Industrial que no sólo está afectando seriamente la calidad de la vida de la población en el presente sino también las opciones de crecimiento económico futuro. A nivel global es la propia sobrevivencia humana la que se ve amenazada.

El impacto global sobre el medio ambiente viene a mostrar la relación compleja y fundamental entre el hombre y la naturaleza e introduce a la problemática ambiental como un nuevo y gran problema social. La representación de la actividad económica como un sistema cerrado autosostenido o como un universo independiente

de la base material que aporta el medio natural, es hoy día es ampliamente cuestionado.

En los tiempos que corren, ya se ha hecho evidente que la naturaleza no es una reserva inagotable de donde la que el hombre puede extraer a su antojo todo lo que desee para satisfacer sus necesidades, ni tampoco un receptáculo "altamente eficiente" capaz de reciclar sin mayor problema todos los desechos generados por el hombre y sus sociedades, sino más bien, el substrato y la base de sustentación sobre la cual se fundamenta el desarrollo de la civilización. Esta visión de la organización de la biosfera, en la cual el hombre es un poderoso agente tan estructurante como desestructurante, conduce inexorablemente a buscar un desarrollo que pueda conjugar armónicamente la búsqueda de un mejor nivel de vida con crecimiento económico y protección del medio ambiente.

En el caso de Chile nos vemos enfrentados a crecientes problemas ambientales que las autoridades no han sabido o no han querido resolver. El estado y uso de los recursos naturales, la contaminación de centros urbanos y cuencas hidrográficas, los impactos sobre la salud provocados por el uso indiscriminado de pesticidas o el significativo crecimiento en la incidencia del cáncer a la piel son algunos de los problemas que afectan a nuestro país.

Sin embargo, las autoridades persisten en incorporar el medio ambiente y la sustentabilidad como un tema adicional en el quehacer público y no como un elemento sustantivo que atraviesa toda la política pública. Hoy día existe pleno reconocimiento que la sustentabilidad ambiental es fundamental no sólo para el bienestar de la población sino para asegurar el crecimiento económico futuro del país.

## **1.2 El Desarrollo Sustentable**

Aunque el término desarrollo sustentable no es tan nuevo como lo fue hace algunos años atrás, ya que está incorporado al léxico de las autoridades públicas, entre los políticos y sectores empresariales aún persiste cierto desconocimiento de lo que realmente significa. En el caso de los economistas este concepto no debería constituir en sí una novedad, puesto que el concepto de sustentabilidad está implícito en la definición de ingreso de Hicks, el que, según el economista, se define como la máxima cantidad de recursos que se pueden consumir sin comprometer las posibilidades futuras de consumo. En términos más formales sería el máximo consumo posible manteniendo el stock de capital constante.

No obstante, muchas definiciones de desarrollo sustentable han sido propuestas y debatidas en la literatura. Lo que esto sugiere es que el debate ha expuesto una variedad de enfoques que difieren porque están asociados a ideologías alternativas sobre el medio ambiente e incluso de sobre la sociedad. Desde una perspectiva ecocéntrica, la posición de los extremistas ecologistas, se acerca a rechazar hasta una política de desarrollo "modificado" basado en el uso sustentable de los activos naturales. Para ellos sólo una estrategia de desarrollo minimalista es moralmente aceptable.

Desde la posición contraria, la perspectiva tecnocéntrica, se arguye que los conceptos de sustentabilidad contribuyen poco nuevo a la teoría y política económica convencional. Según esta particular visión mundial, la mantención de una estrategia de crecimiento económico sustentable a largo plazo solamente depende de un adecuado gasto en inversión. La inversión en capital natural no es irrelevante, pero tampoco es de una importancia fundamental. Un supuesto esencial en esta posición es que existe sustituibilidad entre las distintas formas de capital

(físico, humano y natural), es decir, el capital natural puede ser sustituido, sin mayores preocupaciones, por el capital producido por el hombre<sup>2</sup>.

La definición de sustentabilidad más conocida es aquella presentada por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (WCED) (La Comisión Brundtland, 1987), la que definió desarrollo sustentable como aquel que: "satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (WCED, 1987, p.43).

En base a esta definición, tanto equidad intergeneracional como equidad intra-generacional deben ser satisfechas para lograr el objetivo de sustentabilidad. En síntesis, tanto crecimiento económico como equidad social y conservación ambiental deben ser satisfechas para lograr un desarrollo sustentable.

En todo caso, las distintas escuelas de pensamiento concuerdan en que para velar por un desarrollo sustentable es necesario mantener un nivel crítico de capital que pueda asegurarle a las futuras generaciones por lo menos el mismo nivel de bienestar que actualmente disfrutaban las presentes. Esto es asegurar la mantención de un patrimonio natural o artificial a objeto de transmitirlo a las generaciones futuras, tanto en cantidad como en su calidad respecto a su función económica, ecológica y socio-cultural.

Cualesquiera que sea la definición de desarrollo sustentable, el peligro latente es que fracasar en contabilizar adecuadamente el stock y calidad de capital natural, y su contribución al bienestar económico y al ingreso, conlleva a una percepción equivocada de cómo la economía se está comportando realmente, y por tanto no le permite a la sociedad tomar sus decisiones y sus elecciones de forma informada.

Este peligro es real ya que el sistema actual de Cuentas Nacionales (SCN), no contempla el

tratamiento del capital natural como activos que juegan un rol vital en proveer ingresos a lo largo del tiempo. Ciertamente, como escribe el connotado economista del World Resource Institute, Robert Repetto: "un país puede agotar sus recursos mineros, cortar sus bosques, erosionar suelos, contaminar sus aguas, extinguir su vida silvestre y sus pesquerías sin que la medida de ingreso se vea afectada por la pérdida de estos activos.", al contrario la medida de ingreso tradicional, el Producto Interno Bruto, se ve aumentado por la pérdida y agotamiento de los activos naturales<sup>3</sup>.

En este contexto, la degradación irreversible del medio ambiente natural y el agotamiento de los recursos no renovables, aparecen como serias amenazas a los objetivos del desarrollo sustentable. Ahora bien, el Sistema de Cuentas Nacionales propuesto por Naciones Unidas, -al cual se encuentran alineados la mayor parte de las naciones occidentales- al no tomar en cuenta los aspectos ambientales, entrega un tipo de información cada vez más cuestionada, debido a que los indicadores que genera reflejan un crecimiento cuantitativo a corto plazo que no permite a los agentes de decisión, orientaciones clarificadoras y conducentes a políticas favorables para alcanzar un crecimiento económico sustentable.

### **1.3 Indicadores de Desarrollo Sustentable**

Los indicadores de desarrollo sustentable son aquellos que proporcionan información, directa o indirecta, acerca del futuro de la sustentabilidad con respecto a objetivos sociales o económicos específicos, tales como bienestar material o ambiental.

En esencia la problemática ambiental y de desarrollo sustentable requiere de una base para la toma de decisiones. Por lo tanto, el conjunto de indicadores de sustentabilidad deben reflejar

el problema existente, sus causantes y consecuencias. Permitiendo así sintetizar tanto el problema como la posible solución.

Su función principal es la simplificación: los indicadores son un punto medio entre exactitud científica y la demanda por información concisa. La búsqueda de indicadores de desarrollo sustentable significa la búsqueda de un conjunto de información coherente y simple, relevante para las políticas de sustentabilidad.

El propósito de los indicadores de desarrollo sustentable es guiar la acción. Tienen dos características fundamentales. En primer lugar, el indicador debe tener un significado más amplio que su objeto de medición inmediata, es decir, debe representar un fenómeno mayor, y, en este caso relevante para el desarrollo sustentable. Por ejemplo, emisiones de dióxidos de sulfuro se toma como uno de los primeros indicadores relevantes para evaluar la calidad del aire. Por otra parte, los indicadores de desarrollo sustentable son de carácter normativo, es decir, comparable con un objetivo o un valor de referencia. He aquí una diferencia importante con indicadores ambientales clásicos, los cuales reflejan la situación del medio ambiente y las presiones ejercidas sobre él. Los indicadores de desarrollo sustentable, en cambio, debería mostrar la relación que existe entre la presión al medio ambiente y sus consecuencias sobre el desarrollo desde una perspectiva de largo plazo, es decir con un objetivo pre-determinado.

Se pueden resumir otras características que deben poseer<sup>4</sup>:

- Deben ser sensibles a cambios en el tiempo y espacio;
- Deben reflejar el modo en que la sociedad utiliza sus recursos;
- Deben evaluar tendencias con respecto a un estado estacionario;
- Deben ser predictivos;
- Deben ser útiles para la toma de decisiones, trascendiendo el ámbito académico;

- Deben ser fáciles de recolectar y aplicar.

Por lo tanto, la aplicación de indicadores de desarrollo sustentable depende, en gran medida, de los objetivos trazados. En particular, la forma cómo se percibe la problemática ambiental y la definición implícita de desarrollo sustentable serán variables importantes en cómo se aborda la elaboración de indicadores. Algunos elementos a tomar en cuenta para desarrollar indicadores son<sup>5</sup>:

- Identificación de elementos principales del ambiente y sus características;
- Identificación de características económicas relevantes;
- Selección de elementos cuantitativos y cualitativos,
- Fijación de estándares, objetivos y niveles críticos con respecto al punto anterior;
- Construcción de indicadores.

Habiendo reconocido que el Sistema de Contabilidad Nacional (SCN) es insuficiente para dar cuenta de la problemática ambiental -e incluso por el contrario entrega una percepción equivocada del desempeño de una economía desde la perspectiva de la sustentabilidad- es necesario generar otros sistemas analíticos para evaluar el verdadero desempeño económico de los países.

La propuesta de Naciones Unidas consiste en un sistema coherente en el que el SCN actual forma una parte. Las metodologías que aquí se presentan se fundamentan en esa propuesta teórica integral<sup>6</sup>.

#### **1.4 Metodología en el Informe Anual de Recursos Naturales**

El propósito central de este Informe de Recursos Naturales es presentar una evaluación completa de cada uno de los sectores identificados

abarcando desde su relevancia económica hasta su impacto ambiental. Por esta razón se hace una caracterización económica de cada uno de los sectores analizados y luego se identifican los distintos aspectos ambientales. Asimismo se intenta entregar un indicador sintético del desempeño económico desde la perspectiva de la sustentabilidad. Para estos efectos se ha utilizado la metodología recomendada por Naciones Unidas dentro del esquema del Sistema de Contabilidad Integrada. Se han estimado los PIB verde de los sectores de pesca y minería, en el caso forestal, debido a problemas de información, se ha utilizado un análisis ad hoc.

En el caso de minería el trabajo se ha concentrado esencialmente en el Cobre, que es el principal recurso explotado en el sector y dada su importancia, tanto en las exportaciones mineras como en el PIB sectorial, sirve de proxy para evaluar la sustentabilidad del sector en su conjunto. Se estimó la pérdida patrimonial utilizando la metodología de El Serafy -con la información de reservas de cobre del Banco Central y de SERNAGEOMIN. Asimismo se han evaluado los impactos ambientales de las principales mineras del país, pero no ha existido suficiente información para valorar económicamente ese impacto.

En el caso del sector forestal la metodología es un poco más compleja, debido a la naturaleza del recurso y su explotación en Chile. El hecho que la principal demanda sobre el bosque nativo sea un bosque artificial es una de las peculiaridades del sector. Por lo tanto, se ha separado el bosque en sus diferentes componentes tratando de valorar desde la perspectiva de las distintas funciones que provee un bosque nativo. Otro aspecto complejo es que aún no existe consenso respecto al estado y uso del recurso, por lo que se ha tenido que considerar dos estimaciones alternativas como posibles rangos. Finalmente se ha evaluado el impacto ambiental -la degradación- de la industria asociada, principalmente de la industria de papel. La metodología utilizada en este caso es la de costos de mitigación. Se ha

estimado un PIB verde incorporando sólo los valores de degradación.

En el caso del sector pesquero el agotamiento del recurso se ha estimado en base al método del precio neto. La complicación metodológica consiste en la estimación de la existencia del recurso, vale decir las biomásas. En este caso, dada la alta fluctuación de las biomásas el PIB verde también fluctúa, siendo algunos años mayor que el PIB tradicional, lo que estaría indicando que el gran aumento en la biomasa sería una apreciación de capital. También se realiza una estimación del impacto ambiental de la industria asociada, pero no existe información suficiente para incorporarlo a la estimación del PIB verde.

Finalmente, para la valoración, se utilizó como año de referencia 1998, por lo que, sino dice lo contrario, los precios se encuentran en valores de ese año. Esto se debe a que se encontraba gran parte de la información ese año.

Es necesario insistir en que estas estimaciones son sólo indicativas del desempeño económico, existen complejidades metodológicas y sin duda la información básica sobre el estado de recursos naturales en Chile es precaria. No obstante, esto no puede ser una excusa para no intentar evaluar correctamente el desempeño económico de Chile en los últimos años.

## **1.5 Resultados y Algunas Conclusiones Preliminares**

El cuadro 1.1 a continuación resume alguno de los principales resultados del estudio. Como se puede apreciar los costos totales de morbilidad y mortalidad se estiman, para 1999, en un rango de 0,96% a 4,7% del PIB nacional. Es decir, el costo de la contaminación atmosférica para la sociedad es comparable al PIB pesquero (1,4% del PIB total) o del producto del sector agropecuario-

silvícola (5,3% del PIB total). En 1998 la mortalidad, como consecuencia de la emisión de PM10, fue del orden de 1.656 personas y de éstas se estima que más del 80% está asociada a la emisión directa o indirecta del transporte.

Otra conclusión que podemos sacar de esta investigación es la alta relación entre la actividad económica y los desechos que genera. Si bien, la mayor parte de los residuos sólidos industriales (RSI) provienen de industrias que presentan un bajo potencial de peligrosidad, las de mayor peligrosidad son precisamente aquellas industrias que generan mayor valor agregado. Tomando las industrias, en conjunto, se observa que por cada millón de pesos de valor agregado adicional se generan 270 kg de residuos sólidos industriales. Además, según el Servicio de Salud Metropolitano (Sesma), 82,6% de los R.S.I no reciben tratamiento interno. Existe, entonces, una estrecha relación entre la actividad económica y los impactos ambientales o externalidades negativas. Por ejemplo, se observa que por cada punto de crecimiento en el IMACEC (Índice Mensual de Actividad Económica), el índice de preferencia de los economistas para demostrar el buen desempeño de la economía, solamente en Santiago se genera 10.605 toneladas de basura.

En la actividad agrícola también se observan impactos ambientales adversos que afectan la salud de las personas. Según un estudio reciente del SESMA 83% de las frutas y verduras vendidas contienen residuos de plaguicidas. Las consecuencias del uso indiscriminado de estos elementos es del todo evidente. Mientras la tasa de malformaciones congénitas en el país es de 1,2 por 1000 nacimientos., en la VI Región, en cambio, zona preferentemente agrícola y donde se aplican más del 40% de los plaguicidas que se usan en todo el país, la tasa asciende a 3,3 por 1000 nacimientos. Paralelamente se observa que el uso de agroquímicos ha crecido significativamente. Mientras que en 1990 se usaban 2,01 kg de plaguicidas por ha, en 1999 esa cifra fue de 3,20kg por ha.

Con respecto a los recursos naturales se ha estimado que se debe ajustar, el PIB del sector minero hacia abajo a lo menos en 8% anual para contemplar la pérdida de capital natural, lo que constituye una pérdida patrimonial del orden de \$99 mil millones en 1999. La pérdida acumulada en el período 1990 a 1999 es de US\$1.280 millones, del orden de 50% del PIB del sector minero en 1999.

En el caso del sector forestal esta estimación no se puede hacer directamente ya que la información disponible es muy limitada. Sin embargo, se puede observar que en Chile, la emisión neta de contaminantes derivados de la industria de la celulosa ha crecido conjuntamente con la producción de pulpa.

La Fundación Terram estima que los costos de mitigación del impacto ambiental de la producción de celulosa es del orden de \$17,6 mil millones al año, lo que equivale un costo anual en el período 1985 a 1998 de entre un 3,2% y un 5,4% del PIB del subsector forestal de la elaboración de la pulpa y papel. La suma de los costos en el período alcanzó a los US\$1.186 millones.

La dinámica del sector forestal en Chile tiene la particularidad de que se han forestado grandes extensiones de superficie en los últimos 30 años con plantaciones exóticas, principalmente pino y eucalipto. Ahora sabemos que estas plantaciones no equivalen a una superficie de bosque nativo debido al valor ambiental, social y al potencial económico de este último. A pesar de que existe un debate respecto a las superficies de bosque nativo efectivamente sustituidas por plantaciones o habilitadas por agricultura, estamos frente a un hecho cierto, cual es que éste ha disminuido significativamente en los últimos años. La Fundación Terram estima que el impacto sobre el bosque nativo ha generado un costo ambiental entre US\$850 y US\$5.900 millones.

Sin duda la evolución del sector pesquero está marcada por la fluctuación de su biomasa. La disminución sistemática de éstas constituye una pérdida de capital natural que compromete el desarrollo económico futuro del sector. Quizás un caso emblemático es el jurel, la especie principal en la producción de harina de pescado. Hoy día, el sector pesquero se encuentra en crisis, en gran medida debido a la baja captura de esta especie ya que la biomasa se estima que se ha reducido en torno a 20% de lo que fue en 1990 y con vedas que desde 1997 abarcan gran parte del año. La Fundación Terram estima que entre 1985 y 1998 la pérdida de capital natural en el sector pesquero alcanzó US\$292 millones, del orden de 50% del PIB sectorial de 1999.

Si bien la información que existe es limitada, sin lugar a dudas se puede concluir que el desempeño económico de Chile ha sido significativamente sobreestimado en los últimos años. Esto se refleja en la actividad de los tres sectores evaluados así como en algunas externalidades de los procesos productivos asociados. Debido a las limitaciones de información y a los problemas metodológicos estos valores se deben considerar como la cota mínima ya que no se han podido valorar una serie de otros factores relevantes incluso en los mismos sectores.

El crecimiento económico de Chile va de mano en mano con impactos ambientales que tienen consecuencias económicas que no han sido debidamente evaluadas. El agotamiento de los recursos naturales se reflejará inevitablemente en el crecimiento potencial de los sectores económicos. La historia de Chile ha estado plagada de ejemplos en los que la explotación no sustentable de sus recursos ha tenido un grave impacto en el desarrollo de esas actividades y en el entorno social y económico de su explotación, siendo los casos del salitre y del carbón paradigmáticos. Asimismo la degradación ambiental que impacta no sólo la calidad de la producción sectorial sino también la calidad de vida de las personas, también limita las posibilidades económicas. Por ejemplo, es del todo

evidente que una producción frutícola con altos residuos de plaguicidas peligroso no sobrevivirá en los competitivos mercados internacionales, asimismo, sin siquiera cuestionar el sustento ético de generar un ingreso económico que aumenta la incidencia de malformaciones congénitas, no parece razonable, que luego que el Estado deba asumir los costos de esos impactos ambientales a través de gastos en salud que deben pagar todos los chilenos.

La problemática ambiental ya no surge como un lujo en un país pobre que debe velar por su crecimiento económico sino más bien como una necesidad económica para sustentar ese crecimiento. El desarrollo económico de Chile en los últimos 25 años se ha basado en la explotación de los recursos naturales, principalmente forestal, pesquero, minero y agropecuario. Esto se ha debido a una serie de subsidios directos e indirectos que el Estado ha otorgado, como por ejemplo el DL700 a la bonificación forestal, la ley minera, la desregulación del sector pesquero y subsidios a las exportaciones. El Estado chileno, a pesar de la retórica contraria, ha estado claramente presente en asociación con el sector privado, estimulando un crecimiento económico que se

puede considerar exitoso a primera vista. No obstante, ese mismo Estado se ha mantenido peligrosamente al margen de un crecimiento económica que se torna cada vez menos sustentable y donde el rol del Estado es fundamental para corregir los peores excesos.

La ausencia de marcos regulatorios razonables en el sector pesquero y forestal, una débil política ambiental, la ausencia de una estrategia de largo plazo en el sector minero son algunas de las falencias más graves, pero no las únicas.

La información que entrega este documento, por cierto insuficiente, debe contribuir a una discusión seria, sin complejos ni prejuicios respecto del desarrollo económico de los últimos años. De esta manera aportando a una evaluación multidimensional del desarrollo económico de Chile que incluye aspectos económicos por cierto, pero también sociales y ambientales, es decir una evaluación desde la perspectiva de la sustentabilidad.

**Cuadro 1.1**

Problema	Costo \$ millones (anual)	Costo US\$ millones (anual)	Costo \$ millones (90-99)	Costo US\$ millones (90-99)	Costo en relación al PIB Sectorial (90-99)
Mortalidad y Morbilidad en Santiago <sup>1</sup>	344mil – 1575mil	747-3421			-
Minería (Agotamiento)	59 mil	161	589.186	1.280	50 % PIB 1999
Pesca (Agotamiento)			224mil	487	50% PIB 1999
Pesca (Degradación) <sup>2</sup>		24,4 - 31,4			
Acuicultura (1996) <sup>3</sup>	18,9 mil	41			
Celulosa (Degradación) <sup>4</sup>	14 -17mil	30-36	546 mil	1.186	100% PIB 1998
Bosque Nativo <sup>5</sup>		56-396		850-5.942	42%-300% PIB 1998

- (1) Valores para 1999  
 (2) Valores para los años entre 1986 y 1993, a través de costos de mitigación  
 (3) Valores sólo para 1996, a través de costos de mitigación  
 (4) Valores para el período 1986 a 1998, a través de costos de mitigación  
 (5) Valores para el período 1985 a 1999

## II. EXTERNALIDADES DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA

### RESUMEN

La actividad económica está asociada a la generación de beneficios y costos. Desde la perspectiva del medioambiente, los costos están asociados al agotamiento de los recursos naturales y a la degradación del entorno.

En el caso de la contaminación atmosférica, sus efectos nocivos más importantes recaen en la salud de la población expuesta, los que se reflejan en el aumento de los niveles de morbilidad y mortalidad en los días de mayor concentración de los contaminantes.

Los principales contaminantes, generados tanto en Santiago como en otras regiones, son: el material particulado en sus fracciones finas y gruesas (PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>, respectivamente), el monóxido de carbono (CO), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

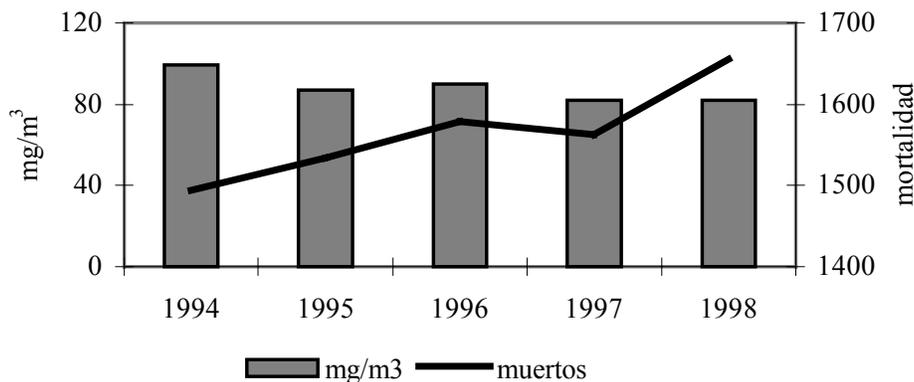
Todos los contaminantes, con excepción del ozono (O<sub>3</sub>), presentan estacionalidad en los meses de invierno (período en el cual sus efectos son más críticos) y sus evoluciones en el tiempo no son claras.

En el período 1994-1998 la mayoría de los contaminantes atmosféricos mostraron leves reducciones en sus concentraciones, con excepción del SO<sub>2</sub> y el NO<sub>x</sub>, cuyo origen está en las fuentes móviles y han ido aumentando conforme lo ha hecho el parque automotriz de las ciudades.

La problemática de la contaminación atmosférica, hasta hace algún tiempo, estaba restringida a la ciudad de Santiago. Sin embargo, mediciones realizadas en otras cinco ciudades, como Iquique, Viña del Mar, Valparaíso, Rancagua y Temuco, indican que esta situación también afecta al resto del país y cada día en mayor medida. En las ciudades de Iquique y Temuco la contaminación atmosférica es generada en su mayor parte por fuentes fijas, las que se asocian a las distintas actividades económicas que se desarrollan en las ciudades, mientras que en Rancagua, Valparaíso y Viña del Mar las principales fuentes contaminantes constituyen fuentes móviles.

En la ciudad de Santiago los efectos del PM<sub>10</sub> en la salud de la población se miden a través de la morbilidad y mortalidad asociada. El costo de estos efectos para el país varía en promedio entre los \$344 mil millones y los \$1.575 mil millones anuales, dependiendo del método de valoración que se utilice. Los costos en salud representan para el país entre un 1% y 5% del PIB, a modo de ejemplo, una cifra similar a la que genera el PIB sectorial de la industria pesquera.

Gráfico 2.6. Relación entre PM<sub>10</sub> y Mortalidad



## **1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

### **1.1. Ciudad de Santiago**

La contaminación atmosférica es producto de la combinación de dos tipos de factores, los de origen natural y los generados por la actividad productiva (factores antrópicos). En el caso de Santiago su ubicación geográfica y su clima son factores relevantes, ya que impiden la adecuada ventilación de los contaminantes.

Dentro de los factores antrópicos, el transporte urbano y, en menor medida, la actividad industrial, son importantes. El transporte, de acuerdo a lo que se desprende de las Encuestas de Origen y Destino del Ministerio de Transporte, depende de manera importante de medios individuales motorizados, los que generan contaminación debido al combustible que utilizan y al polvo que levantan.

Con el fin de establecer las fuentes de emisión de la contaminación atmosférica, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) elaboró, en 1997, un inventario de emisiones, donde se distinguen los principales contaminantes que existen en Santiago y las fuentes asociadas a su generación (ver cuadro 1.1).

Los mayores aportes a la contaminación atmosférica, en Santiago, provienen de las fuentes móviles y fijas. Las emisiones de PM10, como se observa, son generadas principalmente por polvo resuspendido<sup>7</sup>; el monóxido de carbono (CO) y el óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) dependen principalmente de las fuentes móviles; los compuestos orgánicos volátiles (COV) lo hacen del dióxido de nitrógeno y de "otras fuentes", mientras que el (SO<sub>2</sub>) se debe a las fuentes fijas<sup>8</sup>. (En el anexo I, recuadro 1.1 se presenta una explicación más detallada de cada uno de estos elementos y sus principales efectos sobre la salud).

Una consideración importante en el análisis de la generación de contaminación es la formación secundaria de partículas a partir de la descarga de gases a la atmósfera. Este proceso explica cerca del 65% de las partículas emitidas de PM<sub>2,5</sub> y entre el 30% y 40% en el caso del PM<sub>10</sub>. El origen de estas partículas secundarias son el SO<sub>2</sub> y el NO<sub>x</sub> cuya fuente principal es la industria, los vehículos y el alcantarillado.

Por su parte, las principales actividades productivas asociadas a la generación de contaminación atmosférica son el transporte y los rubros de la industria, el comercio y la construcción. La participación de cada una de ellas y la generación de contaminantes respectivos se presentan en el cuadro 2.2.

El inventario de emisiones sirve de referencia para estimar coeficientes de contaminación por fuentes de generación, lo que posibilita a su vez, la realización de estimaciones periódicas de la contaminación conforme evoluciona la existencia de estas fuentes.

Partiendo de la base que las emisiones de PM<sub>10</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y COV provienen principalmente de fuentes móviles, los inventarios respectivos para 1998 y 1999<sup>9</sup> se estimaron aplicando coeficientes de generación de contaminantes, según la fuente móvil respectiva, con sus parques automotrices. La estimación se presenta en el cuadro 2.3 y el desglose de la contaminación, proveniente de las fuentes móviles, en el anexo I, cuadro 1.1

El crecimiento del parque automotriz impone presiones sobre la contaminación ambiental. Entre 1998 y 1999 aumentó la generación de contaminantes respecto del año anterior producto del crecimiento de dicho parque, los cuales, tal como se aprecia en el Gráfico 2.1, han conducido al establecimiento de varios episodios de alerta, pre-emergencia y emergencia originados por las emisiones de PM<sub>10</sub>.

**Cuadro 2.1**  
**Inventario de Emisiones 1997 (Ton./año)**

Fuentes	PM 10	CO	NOx	COV	SO <sub>2</sub>
<b>Fuentes Fijas</b>					
Procesos industriales	1.467	1.222	5.391	65	7.827
Calderas industriales	1.486	2.791	5.075	165	8.735
Calderas de calefacción	190	241	418	9	427
Panaderías	33	49	75	1	49
<b>Total Fuentes Fijas</b>	<b>3.176</b>	<b>4.303</b>	<b>10.959</b>	<b>240</b>	<b>17.038</b>
<b>Otras Fuentes</b>					
Combustión doméstica	1.359	5.134	1.567	3.543	975
Emisiones evap. de COV	-	-	-	14.076	-
Solventes domésticos	-	-	-	1.316	-
Distribución de combustibles	-	-	-	4.959	-
Emisiones biogénicas	-	-	218	8.722	-
Incendios forestales	1.467	9.083	140	873	-
Quemas autorizadas e ilegales	65	410	1	74	-
<b>Total Otras fuentes</b>	<b>2.891</b>	<b>14.627</b>	<b>1.926</b>	<b>33.563</b>	<b>975</b>
<b>Fuentes Móviles</b>					
Automóviles particulares	225	113.123	9.478	13.575	277
Automóviles de uso comercial	326	62.810	5.292	7.560	411
Taxis	54	25.628	1.947	2.971	111
Camiones	953	18.859	8.727	2.759	1.348
Autobuses	1.173	4.854	5.490	1.322	1.010
Motocicletas	-	718	9	229	-
<b>Total Fuentes móviles</b>	<b>2.731</b>	<b>225.992</b>	<b>30.943</b>	<b>28.416</b>	<b>3.157</b>
<b>Polvo Resuspendido</b>					
Caminos pavimentados	28.524	-	-	-	-
Caminos no pavimentados	4.462	-	-	-	-
<b>Total Polvo resuspendido</b>	<b>32.986</b>	-	-	-	-
<b>Total General</b>	<b>41.784</b>	<b>244.922</b>	<b>43.828</b>	<b>62.219</b>	<b>21.170</b>

Fuente: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana 1997. CONAMA.

**Cuadro 2.2**  
**Aporte de las Actividades a las Emisiones de Contaminantes(%)**

Actividad y Fuentes	PM10	CO	Nox	COV	SO2
Transporte	6,5	92,3	70,6	45,7	14,9
Industria, Comercio y Construcción	7,6	1,8	25,0	31,0	80,5
Agricultura	3,7	3,9	0,8	15,5	0,0
Domésticas	3,3	2,1	3,6	7,8	4,6
Polvo resuspendido	78,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Estimación: Fundación terram, a partir de la información del plan de Prevención y descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana

**Cuadro 2.3**  
**Estimación del Inventario de Emisiones 1998-1999 (Ton./año)**

Tipo de Fuente	PM 10		CO		NOx		COV		SO <sub>2</sub>	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Fuentes Fijas	3.176	3.176	4.303	4.303	10.959	10.959	240	240	17.038	17.038
Otras Fuentes	2.891	2.891	14.627	14.627	1.926	1.926	33.563	33.563	975	975
Fuentes Móviles	2.823	3.028	233.607	250.607	31.986	34.313	29.374	31.511	3.263	3.501
Polvo Resuspendido	32.986	32.986	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>41.876</b>	<b>42.081</b>	<b>252.537</b>	<b>269.537</b>	<b>44.871</b>	<b>47.198</b>	<b>63.177</b>	<b>65.314</b>	<b>21.276</b>	<b>21.514</b>

Elaboración: Fundación Terram.

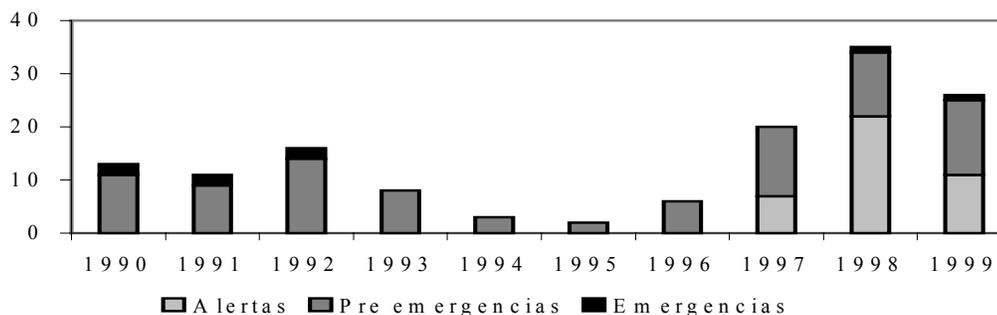
El Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, SESMA, es el encargado de medir y registrar periódicamente la calidad del aire para la Región Metropolitana a través de una red de estaciones de monitoreo ubicadas en distintos puntos de Santiago (anexo I, cuadros 1.2 y 1.3).

Los contaminantes monitoreados son el PM10 y PM2,5, el SO<sub>2</sub>, el CO, el NO<sub>2</sub> y el O<sub>3</sub>. Todos los contaminantes medidos en la Región Metropolitana, presentan una marcada estacionalidad en los meses de invierno, excepto el ozono (O<sub>3</sub>), el que muestra un aumento en su concentración en los meses de verano (ver gráficos 2.2 al 2.5). Adicionalmente, se observa una moderada reducción en la concentración de algunos contaminantes, con excepción del NO<sub>2</sub> y el SO<sub>2</sub>, cuya procedencia son las fuentes móviles, las que a su vez, tal como se mencionó anteriormente, se han incrementado en el tiempo.

Las estaciones de monitoreo con mayores concentraciones de contaminantes atmosféricos son las que se encuentran más próximas al centro de la ciudad, donde el tráfico vehicular es mayor. Sin embargo, la problemática ambiental en toda la ciudad no deja de ser preocupante tal como se puede concluir con la información presentada en el anexo I, recuadro 1.1.

La normativa nacional sobre la limitación de concentración de los contaminantes, se puede apreciar que en la mayoría de los casos ésta es más permisiva que las normas internacionales o las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud. Esto significa que, si bien algunas emisiones cumplen con la norma nacional, estarían por sobre los niveles recomendados por la regulación internacional (anexo I, cuadros 1.4 al 1.7).

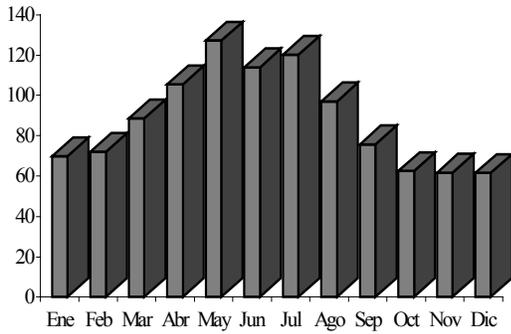
**Gráfico 2.1.**  
**Episodios producto de la contaminación (días)**



Fuente: Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire, SESMA

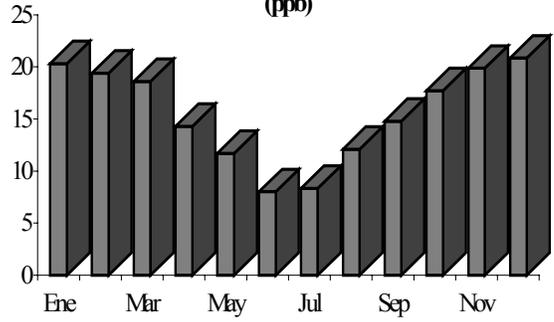
**Informe de Recursos 1990-1999**

**Gráfico 2.2. Emisión de PM10**  
Promedios Mensuales Anuales 1994-1998  
(mg/m<sup>3</sup>)



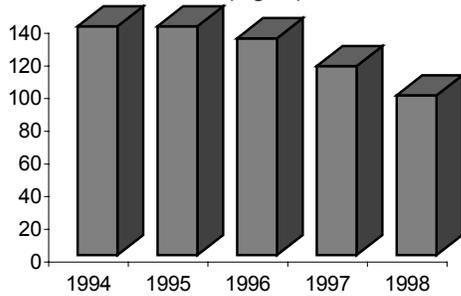
Fuente: Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire, SESMA.

**Gráfico 2.4. Emisión de O<sub>3</sub>**  
Promedios Anuales Mensuales 1994-1998  
(ppb)



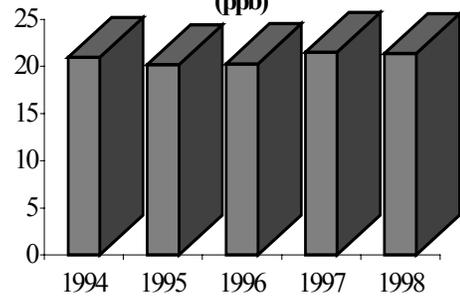
Fuente: Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire, SESMA.

**Gráfico 2.3. Emisiones de PM10**  
Mes de Mayo de Cada Año  
(mg/m<sup>3</sup>)



Fuente: Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire, SESMA.

**Gráfico 2.5. Emisiones de O<sub>3</sub>**  
Diciembre de Cada año  
(ppb)



Fuente: Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire, SESMA.

## **1.2 Contaminación en Otras Ciudades<sup>10</sup>**

Hasta ahora se ha analizado el problema de la contaminación atmosférica, circunscribiéndolo sólo a la Región Metropolitana, sin embargo, de acuerdo a recientes estudios, actualmente este problema afecta a varias ciudades del país.

Los contaminantes medidos en la Primera, Quinta, Sexta y Novena Regiones, son los mismos que en Santiago (PM10; PM2,5; NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>) y en términos generales cumplen con la normativa nacional (no así con las normas o estándares internacionales). Sin embargo, el caso del material particulado es distinto, ya que en la mayoría de las regiones monitoreadas, su nivel está por encima de la norma nacional del PM10.

En este caso también las principales fuentes de generación de contaminación son móviles y fijas, las cuales están relacionadas con las actividades productivas o con las características propias de las regiones (en la V región se asocia la contaminación a la Refinería de Petróleo de Con-Con, en la VI con la fundición de cobre de Caletones y en la IX con el elevado uso de combustibles para calefacción). Y al igual que en Santiago, los contaminantes presentan una estacionalidad más alta en los meses de invierno.

El problema de la contaminación en el resto del país no ha sido estudiado a profundidad, pero es de esperar que en la medida en que aumenten las fuentes móviles (parque automotriz) y la actividad productiva en diferentes regiones (fuentes fijas), la emisión de contaminantes irá en aumento. En el anexo I, recuadro 1.2 se detalla con mayor profundidad la contaminación de las ciudades antes nombradas.

## **1.3 Efectos de la Contaminación<sup>11</sup>**

La contaminación que se produce en las ciudades no sólo tiene efectos sobre el bienestar de las

personas sino que también genera impactos económicos.

### **1.3.1 Efectos en la Salud por Material Particulado**

Para estimar los efectos en la salud provocados por la contaminación a través de material particulado, así como respecto a su valoración económica, se han tomado estudios que establecen relaciones entre variaciones en las concentraciones de los contaminantes y sus efectos en la salud (funciones del tipo dosis-respuesta, anexo I, cuadro 1.8), ya sea para morbilidad o mortalidad.

La investigación sobre los efectos en la salud por este tipo de contaminante establece que los riesgos son causados por las partículas inhalables, en función de la penetración y deposición de éstas en diferentes secciones del aparato respiratorio, y por la respuesta biológica a los materiales depositados.

Cuanto más pequeñas son las partículas más profundamente penetran en el aparato respiratorio. Las más gruesas se depositan en la región extratorácica y las intermedias lo hacen en la región traqueobronquial. Las partículas más finas alcanzan las secciones de mayor profundidad del pulmón, afectando la región alveolar<sup>12</sup>.

Por esta razón, en muchos países se está reemplazando la actual medición de la contaminación de las partículas totales en suspensión (PTS), por normas que contemplan partículas más pequeñas como el PM10 y PM2,5. En Chile la norma regula el PM10, pero se está trabajando en la implementación de una normativa que incluya el PM2,5.

En el cuadro 2.4 se presentan las estimaciones para la ciudad de Santiago<sup>13</sup>, en los años 1994-1998, tanto en morbilidad como en mortalidad, aplicando las funciones de dosis-respuesta para cada caso.

**Cuadro 2.4**  
**Estimaciones del Número**  
**de Casos de Mortalidad**  
**en Santiago por Efectos del PM10**

Año	Mortalidad Total	Mortalidad en sujetos con enfermedades cardiovasculares	Mortalidad en sujetos con enfermedades respiratorias
1994	1.494	568	692
1995	1.534	472	647
1996	1.578	512	675
1997	1.563	432	587
1998	1.656	461	604

Elaboración: Fundación Terram.

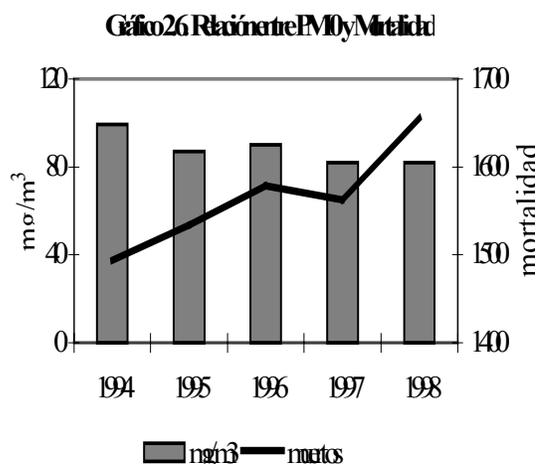
- **Mortalidad**

Como se puede observar en el mencionado cuadro, las mortalidades producto del PM10 en el período de 1994-1998, se han mantenido en torno a los 1.600 casos anuales. Esto a pesar de los esfuerzos realizados para reducir la contaminación de la ciudad.

Cada tipo de mortalidad se ve determinada por distintas variables, según se aprecia en el cuadro 1.8 del anexo. Respecto a la mortalidad total, los casos aumentaron debido a que su principal determinante, la mortalidad de la ciudad de Santiago, aumentó en el periodo 1994-1998. Algo distinto sucede con la mortalidad en individuos con enfermedades cardiovasculares y respiratorias, puesto que la variable más influyente en este caso es el PM 10, contaminante que ha disminuido en el mismo período.

En el gráfico 2.6 se observa la relación entre la concentración del PM10 y la mortalidad producto de este contaminante. El incremento de éstas en 1998 se debe al aumento significativo de las mortalidades generales en ese año; para el

período 1990-1997 la mortalidad general creció anualmente en un 0,5%, mientras que en 1998 dicho crecimiento fue del 6%.



Elaboración: Fundación Terram, en base a información del SESMA

En el cuadro 2.5 se establece una relación entre el aporte de las actividades económicas en la generación de PM10 y la estimación de las mortalidades por este contaminante. Haciendo una relación lineal entre actividades económicas y PM10 se observa que el principal factor que incide sobre la mortalidad por PM10 es el polvo resuspendido, por lo tanto, si a éste se suman las emisiones del transporte, -que elevan el polvo- la incidencia de mortalidades por ese factor se eleva al 85% en 1998.

**Cuadro 2.5**  
**Actividades Productivas Relacionadas con**  
**los Casos Mortalidad Producto del PM10**

Actividad	Mortalidad
Transporte	108
Industria, comercio y construcción	126
Agricultura	61
Domésticas	55
Polvo resuspendido	1.306

Elaboración: Fundación Terram, en base a información del Plan de Descontaminación de Santiago.

**Cuadro 2.6**  
**Estimación de Morbilidad en Santiago**  
**por Efectos del PM10**

Año	Cambio en las admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias	Visitas a salas de emergencia por enfermedades respiratorias	Días de actividad restringida	Bronquitis crónicas
1994	2.887	4.254.486	3.940.492	9.678
1995	1.594	4.305.108	3.252.653	7.950
1996	1.698	4.406.025	3.486.662	8.467
1997	1.465	3.278.985	3.025.829	7.303
1998	1.489	4.563.675	3.093.980	7.424

Elaboración: Fundación Terram, en base a Centro de Estudios Públicos.

- **Morbilidad**

Los casos de morbilidad, al contrario de lo que ocurre con la mortalidad, como se observa en el cuadro 2.6, han tendido a reducirse en el tiempo. Las admisiones hospitalarias por causas respiratorias disminuyeron en casi un 50%, los días de actividad restringida en un 21% y los casos de bronquitis crónica en un 23%. Sin embargo, las visitas a salas de emergencia, por causas respiratorias, aumentaron en un 7,3%. Al igual que en el caso de la mortalidad, la evolución en los casos de morbilidad dependen de las variables que los determinen. En los casos del cambio en las admisiones por enfermedades respiratorias, los días de actividad restringida y las bronquitis crónicas, las cifras disminuyen porque dependen principalmente del PM10 que ha disminuido. Por su parte, las visitas a salas de emergencia aumentan, lo que explica el aumento en mortalidades. A modo de hipótesis se puede aventurar que la disminución en el PM10 ha impactado positivamente sobre la salud de las personas, pero que la mortalidad es consecuencia de años de exposición y tardará en reducirse.

Respecto de la valoración económica de estos efectos, existen principalmente dos enfoques que se pueden aplicar. El primero de ellos valora los

efectos de la morbilidad y mortalidad a través del Método de Capital Humano<sup>14</sup>, mientras el segundo lo hace basándose, principalmente, en estudios de disposición a pagar, en los costos directos de tratamiento y productividad perdida.

Estos valores se aplican al número de casos de morbilidad y mortalidad, determinándose un rango de costos para ambos, el que se estima mínimo en el caso de del Método de Capital Humano y máximo en el método que estima disposiciones a pagar. Esta valoración se presenta en el cuadro 2.7.

De acuerdo a lo que se puede observar sobre la valoración de los efectos de la contaminación por PM10 en la ciudad de Santiago, podemos establecer que éstos se han mantenido constantes durante todo el período, pues, por una parte, los costos de la mortalidad han aumentado y los asociados a la morbilidad han disminuido.

Los costos totales (morbilidad y mortalidad), alcanzaron en 1999 un rango de \$344.062 millones (US\$747 millones) y \$1.575 mil millones (US\$3.421 millones), que representan entre 0,96% a 4,7% del Producto Interno Bruto del país.

Es decir, la pérdida generada por los efectos de la contaminación en la salud, es similar a la producción del sector pesquero (1,4% del PIB), del agropecuario-

**Cuadro 2.7**  
**Estimación Costos de Mortalidad y Morbilidad**  
**en Santiago (MM de \$ 1999)**

Año	Enfoque del capital humano			Enfoque de la disposición a pagar		
	Mortalidad	Morbilidad	Total	Mortalidad	Morbilidad	Total
1994	34.517	353.458	387.975	825.826	785.368	1.611.194
1995	35.441	304.043	339.484	847.936	712.006	1.559.942
1996	36.457	320.819	357.276	872.259	743.645	1.615.903
1997	36.111	267.865	303.976	863.967	598.249	1.462.216
1998	38.260	293.343	331.603	915.374	710.626	1.626.000

Elaboración: Fundación Terram

silvícola (5,3% del PIB) o del sector de electricidad, gas y agua (2,7% del PIB).

## 2. CONTAMINACIÓN POR GENERACIÓN DE RESIDUOS

### 2.1. Residuos Industriales Sólidos<sup>15</sup>

Durante la última década, la actividad industrial chilena y la de Santiago ha crecido de manera importante, lo que ha significado también incrementos en la generación de residuos industriales sólidos.

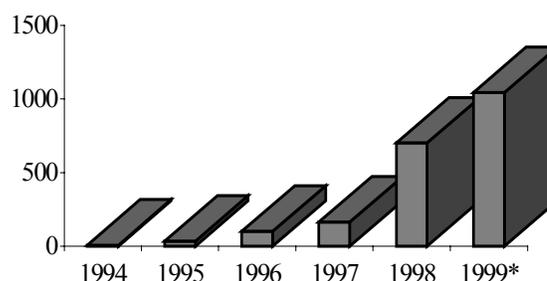
Por mucho tiempo, estos residuos fueron puestos en instalaciones no aptas, como las destinadas a la disposición final de residuos domiciliarios, en depósitos ilegales, o fueron simplemente vertidos en aguas superficiales, dando origen a una importante contaminación acuática.

Un obstáculo, tanto para la detección como para el combate de este tipo de contaminación, es que ésta no es lo suficientemente evidente, ya que las principales industrias generadoras, tales como las de acabados minerales, procesadoras de productos marinos o molinos de pulpa, no se encuentran en la Región Metropolitana (donde se supone hay una mayor fiscalización); y también porque los ríos, donde se vierten las descargas, reciben considerable afluencia de aguas que

disuelven la contaminación o porque el rápido caudal de los ríos no permite que ésta se haga visible.

La Unidad de Residuos Sólidos Industriales del SESMA creó en 1996 un programa de control de emisiones de fuentes fijas que tuvo por finalidad desarrollar alternativas viables para el depósito de este tipo de residuos. Este hecho, más el incremento de la fiscalización, ha significado a través del tiempo, un aumento importante de empresas que solicitan autorización para el depósito de R.S.I (residuos sólidos industriales) en las instalaciones adecuadas, ya sea para su disposición final, para su tratamiento o aprovechamiento. El registro que lleva el SESMA del número de estas solicitudes de autorizaciones para los años 1994-1999 se puede observar en el gráfico 2.7.

**Gráfico 2.7. Solicitud de disposición de RSI**  
**(n° de empresas)**



Fuente: SESMA

Como se puede apreciar, las solicitudes de autorización de disposición de R.S.I entre los años 1994-1998 han crecido 87 veces. Sólo en el primer semestre de 1999 se superó la cifra de todo 1998.<sup>16</sup>

Las principales empresas generadoras de residuos sólidos corresponden a industrias manufactureras, mineras, generadores de electricidad, estaciones de servicio y lavasecos. Las industrias de la Región Metropolitana corresponden principalmente a los rubros de producción de comida y bebidas; industrias textiles y de prendas de vestir; empresas de elaboración de productos químicos, farmacéuticos y fertilizantes; y manufactureras metálicas y mecánicas.

El SESMA estimó la generación de residuos para 1995 por tipo de industria y por la peligrosidad de los contaminantes que éstas generan. Este catastro se presenta en el cuadro 2.8<sup>17</sup>

Como se puede apreciar la mayoría de los R.S.I provienen de industrias que presentan un bajo potencial de generación de residuos peligrosos (57%), mientras que los residuos que provienen de industrias con alto potencial representaron sólo un 14,9%.

Dentro de las industrias que presentan un alto potencial de generación de residuos peligrosos, las que generan mayor cantidad de residuos son las industrias de fabricación de productos metálicos -exceptuando las de maquinarias y equipos-, las industrias de hierro y acero y las industrias de otros productos químicos. Asimismo en el cuadro se observa que aquellas industrias que poseen un alto potencial de generación son en su mayoría las que presentan los valores agregados más altos, es decir, las industrias que lideran el crecimiento de la actividad en el país.

Se puede establecer que por cada unidad de valor agregado (millón de pesos), estas industrias

generan, en su conjunto, 270,6 kilogramos de R.S.I; las industrias que se encuentran entre las de alto potencial (código CIU entre 351 y 381) generan 161,5 Kg/V.A, las industrias con potencial (código CIU entre 3211 y 952) 561 Kg/V.A y las de bajo potencial (código CIU entre 311 y 410) 2053,6 Kg/V.A.

Por otro lado, se observa que las industrias que producen residuos tóxicos participan de manera más bien discreta en la generación de empleo.

Según los resultados de la encuesta, la mayoría de los R.S.I generados (82,6%) no reciben tratamiento interno (en la fábrica), mientras que entre los residuos que reciben tratamiento (17,4%), sólo un 10,1% se recicla internamente.

Con el fin de realizar un plan maestro de manejo de residuos para el año 2010, el SESMA estimó la generación de residuos según tipo para los años 1995, 1997, 2000, 2005 y 2010, las que se presentan a continuación en el cuadro 2.9.

Como se observa, en todo el período el total de residuos sin tratamiento debería crecer 8,52 veces entre los años 1995 y el 2010. Sin embargo, esta información no tiene mayor relación con la que recibe el SESMA respecto de la cantidad de toneladas de R.S.I declaradas por las empresas autorizadas, según las cuales, el año 1998 los depósitos de R.S.I fueron de 25 mil toneladas y el año 1999 de 231 mil, mientras que según las estimaciones del estudio del SESMA en 1997 éstas debieron ascender a 1.881.278 toneladas de residuos sin tratamiento. Esta diferencia puede deberse a dos motivos: el primero, que el estudio haya sobredimensionado la generación de residuos, caso en el cual, el error fue muy grande o bien, que muchos de los residuos generados no sean depositados en los destinos autorizados.

Los destinatarios autorizados por el SESMA, las comunas donde se encuentran y la actividad específica que realizan, según cada residuo, se presentan en el anexo I, cuadro 1.9.

**Cuadro 2.8**  
**Resumen de la Cantidad Generada de RSI en 1995 por Grupo Industrial**

CIU	Categoría Industrial	Total Ton/año	VA M M\$ 1995 (1)	Empleo Personas
<b>Industrias con alto potencial</b>				
351	Fabricación de sustancias químicas industriales	4.501	30.450	2.162
352	Fabricación de otros productos químicos	22.183	368.386	17.238
3540	Productos del petróleo y del carbón	763	12.986	823
3560	Otros productos plásticos no clasificados	7.598	155.539	15.695
3710	Industrias del hierro y del acero	30.348	48.898	3.239
372	Industrias metálicas básicas	2.531	40.328	1.881
381	Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo	71.816	194.726	23.132
<b>Industrias con potencial</b>				
3211	Acabado de textiles y fabricación de materiales	11.136	96.433	13.203
3231	Curtiduría y talleres de acabado	9.114	14.405	1.325
3232	Preparación y teñido de pieles, y otros artículos de piel y cuero	68		
3319	Otros productos de madera no clasificados	4.787	2.527	397
341	Industria de papel, editoriales e imprentas	67.961	159.455	7.886
3420	Imprenta, encuadernación, fotograbado y similares	48.608	176.707	11.846
355	Fabricación de productos de caucho	16.331	55.004	4.553
362	Vidrio y productos de vidrio	14.414	35.910	1.973
3699	Otros productos minerales no metálicos	616,1	24.531	2.182
382	Construcción de maquinaria exceptuando la eléctrica	5.680	89.516	9.294
383	Construcción de maquinaria eléctrica	18.821	54.920	4.388
384	Construcción de material de transporte	2.823	38.283	6.766
385	Fabricación de equipo científico e instrumento de medida	50.365	11.966	1.026
390	Otras industrias manufactureras	1.028	14.151	2.221
625	Estaciones de servicio	3.069		
952	Lavanderías y lavaseco	4.812		
<b>Industrias con bajo potencial</b>				
311	Productos alimenticios	154.850	484.980	40.437
312	Otras industrias alimenticias	6.547		
313	Industrias de bebidas	126.796	319.666	6.837
3140	Cigarrillos, cigarros y tabaco	1.494,70		
3212-	Industria textil	1.986,00	64.851	10.281
3220	Confección de prendas de vestir	6.893	138.941	21.651
3233	Artículos de cueros (excepto calzado)	312	6.667	1.094
3240	Calzado de cuero	2.755,20	77.017	12.050
3311-	Industrias de la madera y corcho	50.188,60	23.296	3.434
3315				
3320	Muebles y accesorios	9.896,80	33.129	6.059
3610	Cerámica y objetos de barro	105.482	5.093	1.127
3691-	Fabricación de productos minerales no metálicos	72.267	89.241	5.652
3696				
410	Generación, transmisión y distribución de electricidad	355		
	<b>Total</b>	<b>939.208</b>	<b>2.868.019</b>	<b>239.852</b>

Fuente: Estudio del plan maestro sobre manejo de residuos sólidos industriales de la Región Metropolitana de la República de Chile. SESMA.1996.

(1) Valores actualizados a 1999

**Quadro 29**  
**Generación de RIS hasta el año 2010**  
**(Toneladas por año)**

	1995	1997	2000	2005	2010	Aumento (2010-1995)
Total (Sin Deshidratación en el sitio)	939.139	1.881.278	3.294.771	5.660.420	8.006.888	8,5 veces

Fuente: Estudio del Plan Maestro Sobre Manejo de Residuos Sólidos Industriales de la Región Metropolitana de la República de Chile. SESMA

## 2.2. Residuos Domiciliarios Sólidos

Actualmente en Santiago, los residuos domiciliarios domésticos (basura) se recolectan en dos rellenos sanitarios autorizados: el de Lepanto, localizado en la Comuna de San Bernardo, y el de Loma los Colorados, ubicado en Til-Til. Cada vertedero recolecta en proporciones similares el total de los residuos.

La generación de residuos domésticos, en los últimos tres años en Santiago, ha tenido una trayectoria creciente, como se observa en el gráfico 2.8.

Según información proporcionada por La Unidad de Saneamiento Básico del SESMA, respecto de la recolección en los dos vertederos autorizados, las comunas con mayores tasas de generación de residuos sólidos domiciliarios fueron, en 1999, en orden decreciente: La Florida, Maipú, Puente Alto, San Bernardo y Santiago, con promedios por comuna superiores a las 125.300 toneladas de basura por año. De las 52 comunas de la Región Metropolitana, el 50% de la basura es generada por sólo 19 comunas y las que generan

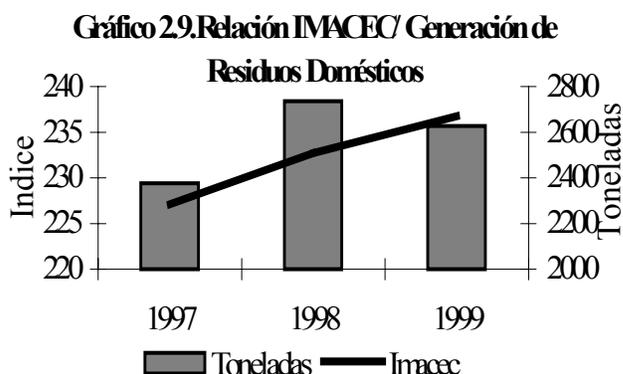
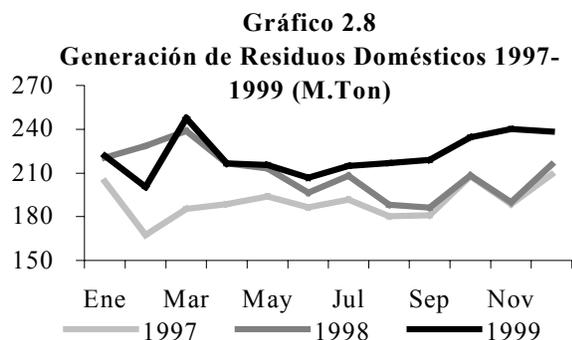
mayores tasas de basura per cápita son San Miguel, Lo Espejo, Estación Central, Macul y El Bosque, con un promedio de 452,8 kg/año.

La generación de este tipo de residuos tiene relación con el nivel de actividad que tenga la ciudad. En este caso, para Santiago se compara la generación de residuos domésticos con el índice mensual de actividad económica (IMACEC)<sup>18</sup> y con el índice de ventas de supermercados de Santiago.

Como la información se tiene sólo para tres años, es difícil poder establecer relaciones claras entre estos dos indicadores, pero se puede apreciar, a partir del gráfico 2.9, que a medida que la actividad del país aumenta, la generación de residuos domésticos tiende también a aumentar.

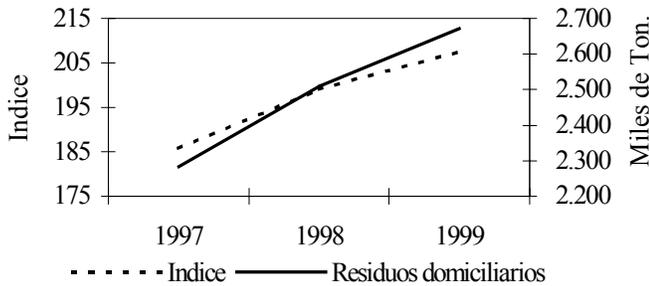
Algo similar ocurre cuando se compara la generación de basura con el índice de ventas de supermercados que se presenta en el gráfico 2.10.

Se pueden establecer entonces relaciones entre la actividad económica, o las ventas de supermercados, con la generación de residuos domiciliarios. De esta forma, se establece que por cada punto de aumento



del IMACEC solamente en Santiago, se generan 10.605 toneladas de basura, y asimismo por cada aumento en un punto del índice de ventas de supermercados se generan 12.588 toneladas de basura.

**Gráfico 2.10**  
**Relación Vtas Supermercado/ Basura**



Elaboración: Fundación Terram

### 2.3. Residuos Industriales Líquidos<sup>19</sup>

La contaminación de las aguas trae consigo daños a la salud producto del consumo de líquido contaminado o alimentos elaborados con éste; daño al abastecimiento industrial, a causa del encarecimiento de la producción como resultado del aumento de los tratamientos para desechar la presencia de sustancias indeseables; y daño a las aguas recreacionales por la degradación estética y desvalorización de los terrenos ribereños aledaños.

Según estadísticas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (1993), de 1.432 industrias, 598 tenían plantas con algún tipo de tratamiento de residuos líquidos, es decir el 41,8% de las industrias trata sus efluentes antes de efectuar su descarga a los cursos de agua. El número de plantas de tratamiento ascendía a 677, de las cuales, la mayoría de ellas era de tratamiento primario con 545 plantas (80,5%). Las plantas de tratamiento secundario corresponderían a 53 (7,8%), mientras que el número de plantas de

tratamiento terciario, por su parte, comprendería sólo a 1 planta (0,1%).

Las empresas que poseían un mayor número de plantas de tratamiento en 1992, eran las que pertenecían a la industria alimenticia, de las cuales el 80% correspondían a plantas de tratamiento primario. Dentro de esta industria, destacan las de cecinas, de pescados y los mataderos, que generan gran cantidad de desechos orgánicos/biológicos y que se traducen en residuos del tipo DBO5, grasas, sangre, etc. A este rubro le siguen, en importancia, por plantas de tratamientos primarios, la industria química, luego la industria de papel e imprenta y finalmente el rubro textil.

Los principales contaminantes que afectan a cuencas hidrográficas son el DBO (demanda biológica de oxígeno), los sólidos suspendidos (SS) y los coliformes fecales. La mayor cantidad de industrias contaminantes de riles se encuentran en las cuencas del Río Maipo (39,6% del total nacional), en las costeras entre el Río Aconcagua y el Río Maipo (5,7%) y el Río Bio-Bío (4,6%).

Las cuencas más afectadas por contaminación de BDO5, proveniente de industrias y de servicios sanitarios, están situadas en la región sur del país. Más abajo se muestran en orden decreciente, según su grado de contaminación.

- Cuenca Río Andalién, Quebrada y Estero costero entre Río Itata y Río Bio-Bio
- Cuencas costeras entre Río Bio-Bio y Río Carampangue.
- Cuenca del Río Carampangue.

Cuencas afectadas por sólidos suspendidos:

- Cuencas costeras entre Río Bio-Bio y Río Carampangue
- Cuenca Río Andalién. Quebrada y Estero Costero entre Río Itata y Río Bio-Bio
- Cuenca Río Carampangue

Cuencas afectadas por coliformes fecales:

**Cuadro 2.10**  
**Cuencas Afectadas por RILES y Actividades**  
**Económicas Asociadas**

Río	Actividad económica asociada
Andalién	Industria: alimentos, metalmecánica, siderúrgica; agricultura: cultivos tradicionales y silvicultura
Itata	Cultivos tradicionales: viñas, silvicultura; Ganadería; Industria: agroindustria
Bio-Bio	Industria: alimentos, metal mecánica, siderúrgica; agricultura: cultivos tradicionales y silvicultura
Carampangue	Agricultura: silvicultura
La Ligua	Agricultura; hortofrutícola; minería metálica y no metálica
Aconcagua	Agricultura: fruticultura de exportación, floricultura, horticultura Industria: cemento, fundición de cobre, agroindustria; minería del cobre
Elqui	Minería de hierro y oro; Agricultura: zona pisquera y frutícola
Limarí	Agricultura, zona pisquera y frutícola

Fuente: Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos. Superintendencia de Servicios Sanitarios 1993

Este tipo de contaminación proviene de los servicios sanitarios que descargan en forma directa al mar:

- Costeras entre Río La Ligua y Río Aconcagua
- Costeras entre Antofagasta y Quebrada Pan de azúcar y de Tal-Tal
- Costeras entre Río Elqui y Río Limarí.

Las actividades asociadas a cada uno de los cauces mencionados se presentan en el cuadro 2.10.

A manera de síntesis se puede establecer que, las cuencas del norte del país no presentan problemas importantes de concentración de elementos nocivos, sin embargo en la III y IV regiones la situación es un poco más crítica sobre todo en las cuencas del Río Salado y del Río Copiapó. En el caso del Río Salado la contaminación proviene de aguas servidas y de la minería del cobre. Desde el punto de vista de las

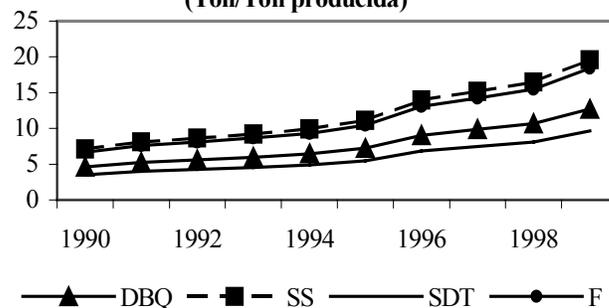
actividades afectadas, la situación no es tan grave puesto que el Río Salado no es fuente de abastecimiento de agua potable, no obstante, los desechos afectan a todo el litoral, donde se desarrolla una importante actividad pesquera.

En el Río Copiapó la situación es diferente, ya que en su cuenca se desarrolla agricultura de exportación y el agua es requerida para el abastecimiento regional. Por esta razón es que el aumento del grado de contaminación de la cuenca puede provocar un fuerte impacto en la economía regional.

El deterioro de las cuencas del centro del país puede traer importantes repercusiones tanto económicas como en la salud ya que en ellas se concentra la mayor parte de la población nacional y se realizan las principales actividades económicas. Por tanto, cualquier deterioro de las aguas de riego, por ejemplo, utilizadas en la agricultura afecta directamente a la salud de las personas.

Las cuencas australes, por su parte, son las menos afectadas por los residuos líquidos, a excepción de los ríos Bio-Bio e Itata. En el caso del primero, las actividades que pueden verse afectadas por la contaminación son la agricultura, la pesca artesanal y deportiva y el turismo.

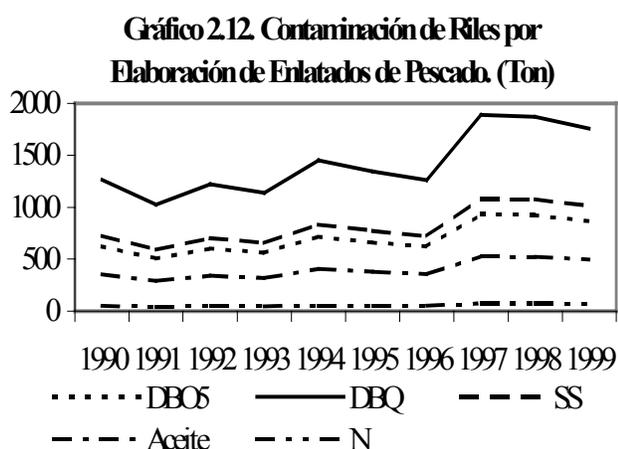
**Gráfico 2.11. Contaminación de RILES de la**  
**Industria Básica de Metales no Ferrosos**  
**(Ton/Ton producida)**



ELABORACIÓN: FUNDACIÓN TERRAM, EN BASE A INFORMACIÓN de la SISS.

A partir de factores de descarga de contaminación de RILES, provenientes de la SISS, se puede estimar la contaminación para la industria básica de metales no ferrosos, como se aprecia en el gráfico 2.11.

A través del tiempo, la contaminación de los cursos de agua se ha incrementado, producto del aumento de la producción de este rubro industrial. Algo similar ocurre con la contaminación de la industria de los enlatados de pescado que se presenta en el gráfico 2.12.



ELABORACIÓN: FUNDACIÓN TERRAM, EN BASE A INFORMACIÓN DE LA SISS.

### 3. IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA

#### 3.1 Plaguicidas<sup>20</sup>

Si bien no existen estudios, del tipo causa-efecto, que establezcan una relación entre el uso de pesticidas y enfermedades, en la VI Región donde estos elementos se utilizan con mayor intensidad (39,5% según el SAG), existe la tasa más alta de nacimientos con malformaciones congénitas. La tasa nacional de malformaciones es de 1,2 casos por cada mil nacimientos,

mientras que en la VI región asciende a un 3,3 por cada mil nacidos. Las malformaciones más recurrentes son la mielomeningocele (abertura del tubo neural), hidrocefalia, cardiopatías congénitas y labio leporino.

Por otra parte, un estudio realizado por el Instituto de Salud Pública (ISP) demostró que un 83% de las frutas y verduras, que se venden en supermercados y otros centros de distribución, presentan residuos de pesticidas. De este total, un 79% presenta pesticidas en un nivel inferior a la norma, el 4% no la cumple y solamente un 17% no mostró residuos. El problema es que una buena parte de estos plaguicidas están prohibidos internacionalmente (ver anexo I, cuadro 1.11, lo que indica la debilidad de la legislación nacional respecto del uso de estas sustancias. Un resumen de la presencia de plaguicidas por tipo de alimento se presenta en el cuadro 2.11.

Como se puede apreciar, los alimentos con mayor presencia de residuos de plaguicidas son, en orden decreciente, los ajos (100%), las manzanas (100%) y las naranjas (93%). Aquellos que presentan residuos y que se encuentran sobre la norma son, en orden decreciente, las betarragas (20%), los limones (6.6%) y las naranjas (4%).

A nivel regional el estudio muestra que entre la I y la VII existen alimentos con presencia de plaguicidas. Por otra parte, la sexta y la Región Metropolitana presentan las mayores variedades de alimentos contaminados, y dentro de los alimentos detectados en la VI región, el 50% de los pesticidas utilizados están prohibidos internacionalmente, como el Captán, Metamidofos, Benomyl, Endosulfán y Melidatió.

El uso de agroquímicos (insecticidas, fungicidas y herbicidas) en el país creció en la última década en un 94%, según se observa en el cuadro 1.10 del anexo I y en el gráfico 2.13. Este incremento se debe al aumento de la actividad hortofrutícola y de las plantaciones forestales. En 1990 las importaciones de agroquímicos ascendieron a 7.164 toneladas con un valor de US\$44,8 millones mientras que en 1999 las

importaciones fueron de 13.896 toneladas con un valor de US\$88,8 millones. Por su parte, el crecimiento de cada tipo de agroquímico fue de 136% para los insecticidas, 110% para los herbicidas y de un 25% para los fungicidas.

de estos elementos puede llegar a eliminar a otras especies.

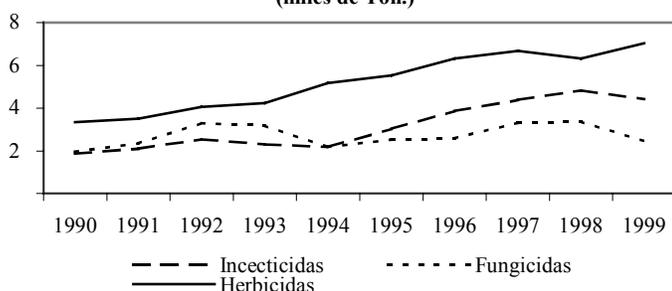
La industria de plaguicidas en la Región Metropolitana, y en general en el país, no representa un sector de importancia relativa en el conjunto de la economía. En la Región Metropolitana existe un número reducido de establecimientos industriales que centran sus procesos básicamente en actividades ligadas a la formulación, envasado y distribución de plaguicidas. Las principales empresas del sector se presentan en el anexo I, cuadro 1.12 .

**Quadro 2.11**  
**Residuos de Plaguicidas en Alimentos, por Tipo de Alimento**

Alimentos	Conformidad Con		Conformidad Sin		No Conforme	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Tomate	89	81	17	15	4	3
Narajaz	88	89	6	6	4	4
Uvas	59	79	13	17	2	3
Duraznos	31	56	22	40	2	4
Manzanas	29	96	0	0	1	3
Limonas	10	56	4	28	1	7
Porotos verdes	7	70	3	30	0	0
Zanahorias	8	80	2	20	0	0
Betarragas	4	40	4	40	2	20
Lechugas	9	90	1	10	0	0
Ajos	5	100	0	0	0	0

Fuente: Instituto de Salud Pública. 2000

**Gráfico 2.13**  
**Importación Chilena de Agroquímicos**  
(miles de Ton.)



Fuente: Banco Central

Si se calcula el uso de pesticidas por hectárea<sup>21</sup>, en 1990 se utilizaban 2,01 Kg/Ha, mientras que en 1999 esta tasa subió a 3,20 Kg/Ha.

El uso de estos plaguicidas tiene efectos negativos a largo plazo no sólo en la salud sino que también en la biodiversidad ya que, con el paso del tiempo, las plagas se hacen más resistentes a los agroquímicos. Estos tendrán que ser reemplazados por otros cada vez más fuertes o por una dosis más alta. Al mismo tiempo, el uso

### 3.2 Sustancias Agotadoras de Ozono

La capa de ozono es un compuesto atmosférico cuya estructura permite absorber los rayos ultravioletas que llegan a la superficie de la tierra. Existe una larga lista de efectos negativos de estos rayos, como por ejemplo, los que provocan en la piel y en la vista, las mutaciones del material genético, las afecciones en el sistema inmunológico de la población que se expone en zonas donde la capa es más delgada o simplemente no existe.

Dentro de las sustancias agotadoras del ozono se encuentran los clorofluorcarbonos, (CFC) que se utilizan en refrigeración, aerosoles, aires acondicionados y fabricación de espumas plásticas. Investigaciones posteriores han identificado también otras sustancias, que en su secuencia de reacción química ayudan a disminuir el ozono, como los átomos de cloro y bromo.

La primera iniciativa internacional destinada a proteger la capa de ozono se conoce como el Convenio de Viena de 1985, firmado y ratificado por Chile en marzo de 1990, con lo cual adquirió carácter de Ley de la República. Este acuerdo compromete a nuestro país a la adopción de medidas que tiendan a la disminución del consumo de sustancias dañinas, entre las que se encuentran los clorofluorcarbonos (CFC), halones, tetracloruro de carbono (CCl4),

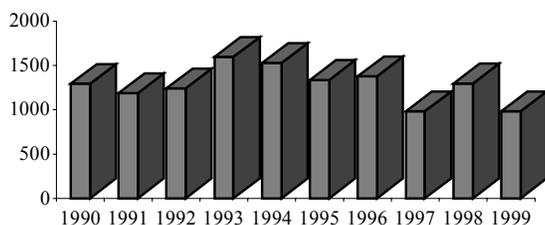
metilcloroformo, hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y el bromuro de metilo.

Si se observa la evolución del consumo de estas sustancias en el país, gráfico 2.14, es evidente que éste no ha tenido una tendencia clara a la disminución.

De hecho, el consumo de CFC (ver anexo I, cuadro 1.13), el año 1990 fue de 668 toneladas y en 1999 de 720 (incluso para este año no se tienen todas las estadísticas de los distintos CFC), lo mismo ocurre con los HCFC que en 1990 ascendieron a 321 toneladas y en 1998 a 735.

Si bien Chile tiene un control limitado sobre las sustancias que dañan la capa de ozono y sus efectos, los graves males que causa a la salud de la población nacional expuesta, hacen imprescindible una posición más enérgica de nuestro país en el control de estas sustancias.

**Gráfico 2.14. Evolución del Consumo de las Sustancias Agotadoras de O<sub>3</sub>. (Ton)**



Fuente: Banco Central

#### **4. CONCLUSIONES**

Toda actividad económica está asociada a la generación de beneficios y también de costos. Entre los últimos, se encuentra la degradación, que se produce al medio ambiente, los efectos en la salud de la población expuesta a la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales que son explotados.

La degradación, se expresa a través de la contaminación atmosférica y la generación de residuos tanto industriales, domiciliarios y líquidos, los cuales están estrechamente relacionados a la actividad de las ciudades (producción y transporte principalmente), por lo que a medida que ésta se incrementa se generará una fuerte presión sobre el medio ambiente.

El problema de la contaminación atmosférica no se restringe sólo a la ciudad de Santiago. También en ciudades como Iquique, Valparaíso, Viña del Mar, Rancagua y Temuco la contaminación es un problema incipiente, pero a medida que su actividad se incrementa lo hará también la contaminación.

Al problema del crecimiento de las fuentes generadoras se agrega el hecho de que las normativas nacionales que limitan las emisiones son relativamente permisivas, si se les compara con las internacionales o con las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud.

Los impactos de los diversos tipos de contaminación tienen sus principales efectos sobre la salud de la población expuesta, tanto en morbilidad como en mortalidad.

Los efectos en la salud por material particulado (PM10) se expresan en las más de 1.600 muertes anuales y en los más de 1.800 casos de enfermedades respiratorias asociadas a la contaminación.

La valoración de estas externalidades nos lleva a la conclusión que los costos de la contaminación atmosférica, sólo en Santiago, son comparables con la generación de valor agregado de algunas actividades de la economía a nivel nacional como la pesca, el sector agropecuario-silvícola o el sector de electricidad, gas y agua. Estos costos se han estimado, en promedio al año, para el período 1994-1999 en un rango entre los \$344.062 millones y \$1.575.051 millones, cifra que representa entre el 0,96% y 4,7% del Producto Interno Bruto de 1999.

La mortalidad se ha mantenido en el mismo rango durante todo el período, mientras que la morbilidad se ha reducido.

En síntesis, la actividad productiva tanto de Santiago, como de otras ciudades, genera efectos adversos importantes los que, dada su envergadura, contrarrestan los beneficios que generan otras actividades para la economía por lo que se hace imprescindible crear e implementar una política de crecimiento económico que vele por la disminución de las externalidades que la actividad económica puede generar.

### III. SECTOR MINERO

#### RESUMEN

La minería representa un sector importante dentro de la economía nacional, contribuye con cerca del 10% del Producto Interno Bruto y con más del 40% de las exportaciones totales nacionales. Constituye también la principal fuente de divisas que ingresan al país vía inversión extranjera.

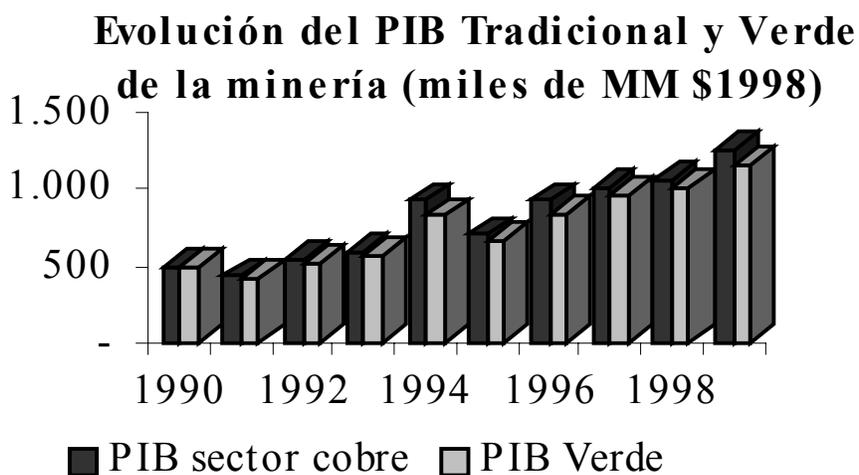
El incremento de la actividad minera y todos los beneficios que ésta conlleva tiene, sin embargo, efectos adversos. El primero de ellos consiste en el agotamiento del recurso debido a su naturaleza no renovable y, el segundo en la degradación que su explotación puede generar sobre el medio ambiente.

El agotamiento significa que al explotar un recurso no renovable como el cobre, llegará el momento en que se agoten las reservas del mineral, y en consecuencia el ingreso del país caerá. El problema radica en que el ingreso (PIB) que se deriva de la actividad no contempla la pérdida patrimonial, lo cual hace que los indicadores tradicionales entreguen una

percepción equívoca de su desempeño económico. Se hace necesario entonces, realizar una estimación del ingreso sustentable, vale decir aquel que contempla la pérdida patrimonial. Una forma de hacer esto es estimar el ahorro necesario de manera que cuando las reservas se agoten o no sean económicamente rentables, se cuente con un flujo de ingreso permanente que pueda suplir los ingresos que generaba la explotación minera. Este sería el ingreso sustentable en concordancia con una definición económica del ingreso.

El ahorro anual se ha estimado para 1999, en **\$99.459 millones<sup>22</sup>** (US\$216 millones) ;es decir, la pérdida patrimonial anual es del orden de 8% del PIB del sector Minero

A partir de este cálculo se puede obtener una medición real del valor agregado de la minería; a esta estimación se le denomina PIB Verde, y para 1999 ascendió a \$1.151 mil millones, representando el 92% del PIB minero tradicional. Las estimaciones del PIB verde para el período 1990-1999 y su comparación con el PIB tradicional se presentan al final del presente resumen, y en definitiva muestran que la estimación del PIB tradicional de la minería sobrestima el aporte real de esta actividad a la economía nacional.



## **1. DESEMPEÑO ECONÓMICO**

### **1.1 Historia**

La historia de Chile ha estado intrínsecamente relacionada a la actividad minera, la que ha influido en la formación política, económica y sociocultural del país.

La relevancia de esta actividad para la economía ha llevado a la creación de numerosas políticas tendientes a promover su fomento y protección. En 1967, bajo el gobierno de Eduardo Frei Montalva, se comprometió a empresas extranjeras en programas de inversión, destinados a incrementar la producción de cobre y en los que el Estado tuviera una participación más activa, razón última por lo que dicho programa se denominó "chilenización del cobre". En 1971, bajo el gobierno de Salvador Allende, se nacionalizaron las principales empresas mineras y se creó la Corporación Nacional del Cobre, que derivó más tarde en la Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO). En el gobierno militar, se inició un programa de privatizaciones de empresas mineras estatales, se dictó el Código de Minería y el Estatuto de Inversión Extranjera (DL600), que incentivó la inversión privada foránea con el fin de suplir la ausencia de capitales nacionales<sup>23</sup>.

En la actualidad, Chile posee una porción significativa de las reservas mundiales de minerales tanto metálicos como no metálicos, entre las que se encuentran el cobre, renio, selenio, litio, molibdeno y yodo, siendo además el primer productor de cobre a nivel mundial.

La importancia de la minería en la economía nacional se debe a que es la principal fuente de divisas, ya que atrae capitales extranjeros. Asimismo es origen de significativos ingresos al Estado tanto por vía impositiva, que grava a las empresas del sector, como por las utilidades que

generan las empresas de propiedad del Estado. A nivel regional es una importante fuente de actividad y empleo en las zonas aledañas a los centros mineros.

Dentro de la actividad minera, el cobre representa el subsector más importante, participando en la década 1990-1999 en más de un 80% de la producción, 85% de los ingresos por exportación y en 75% de los proyectos de inversión<sup>24</sup>.

Hasta 1994 la propiedad minera se había caracterizado por estar en manos del Estado, sin embargo, crecientes inversiones extranjeras, han hecho que la mayoría de la producción sea de propiedad privada, alcanzando un 66% de la producción total en 1999.

### **1.2 Caracterización del Sector Económico**

De acuerdo a la Matriz de Insumo-Producto del Banco Central (1986), la minería se define como la extracción, elaboración y beneficio de minerales que se encuentran en estado natural, sean éstos sólidos, líquidos o gaseosos. Esta actividad se centra en la producción de cobre, hierro, petróleo, carbón, piedras, arcilla y arena; y al resto de la minería que incluye salitre, oro, plata, carbonato de calcio y litio.

La importancia de la minería del cobre, en la producción del país se puede apreciar a través de las demandas de cobre por parte de distintas industrias, las cuales se pueden observar en el cuadro 3.1.

El cobre, es un importante insumo para otros sectores productivos, donde destaca la minería del cobre propiamente tal y la industria de fabricación de metales básicos. Dada su importancia en la actividad minera y nacional, el análisis del sector minero se centrará principalmente en este metal.

**Cuadro 3.1**  
Principales Demandantes de la Producción de la del Cobre (Millones de pesos 1986)

Sector productivo demandante	Consumo intermedio	Participación en los C. I Totales (%)
Minería del cobre	43.127	81,7
Industrias metálicas básicas	6.961	13,2
Fabricación de productos metálicos	663	1,3
Maquinaria, equipos y accesorios eléctricos	1.910	3,6
Construcción de material de transporte	38	0,1
Establecimientos financieros	64	0,1
Otros demandantes	7	0
Consumo intermedio origen sector minería del cobre total	52.770	100

Fuente: Cuadrante de transacciones intermedias nacionales a precios de usuario. Matriz Insumo-Producto 1986. Banco Central.

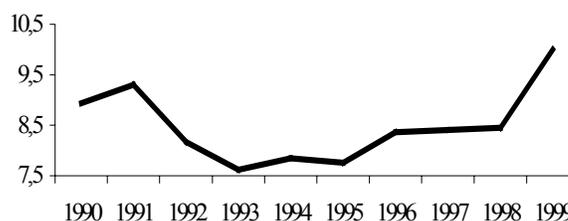
### 1.3 Importancia del Sector en la Economía

#### 1.3.1 Participación en el Producto Interno Bruto

El sector minero tuvo una participación en el PIB del 8,5% en promedio para la década 1990-1999 tal como se puede apreciar en el gráfico 3.1<sup>25</sup>. Esta participación duplica la de sectores como el agropecuario-silvícola y la construcción, además supera en más de tres veces a los rubros electricidad, gas, agua y al sector pesquero.

El PIB de la minería creció en la década en un 8,2% como promedio anual, que compara favorablemente con el crecimiento del PIB nacional de 6,7%.<sup>26</sup>

**Gráfico 3.1. Participación de la Minería en el PIB(%)**



Fuente: Boletín económico y Financiero, Banco Central

#### 1.3.2 Estructura del Valor Agregado

El valor agregado de la minería del cobre representó en promedio el 54% del valor bruto de la producción para el período 1990-1996<sup>27</sup>.

La estructura del valor agregado, compuesta por las remuneraciones, excedente de producción, depreciación e impuestos, se distribuyó en la década como se muestra en el cuadro 3.2<sup>28</sup>.

El análisis relevante está basado en la evolución de las remuneraciones y en el excedente de producción, ya que los otros componentes son estables en el tiempo.

El excedente de producción (variable aproximada de las utilidades) del sector minero ha tenido una participación en el valor agregado en torno al 61%, como promedio, alcanzando un máximo en 1995 de un 72% y un mínimo de 42% en 1993. Esta participación es relativamente alta si se la compara con otros sectores de la economía que no pertenecen a la explotación de recursos naturales. Por ejemplo en la estructura de la fabricación de productos textiles, que se observa en el cuadro 3.3, el excedente de producción representó para el período 1995-1997 el 43% del valor agregado.

**Cuadro 3.2**  
**Composición Porcentual del Valor Agregado de la Minería del Cobre (%)**

Composición	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Valor agregado	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Excedente producción	71,9	64,8	54,7	42,3	59,9	72,8	64,1	63	55	63,5
Remuneraciones	15,7	21	27,3	34,9	24,4	16,4	22	23,1	28,1	22,5
Impuestos	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4
Depreciación	12,1	13	17,5	22,2	15,3	10,4	13,5	13,6	16,5	13,6

Fuente: Anuario de Cuentas Nacionales 1990-1996. Banco Central. Matriz Insumo-Producto 1986, Banco Central.

El pago al factor trabajo en la industria del cobre, medido a través del gasto en remuneraciones, se ha situado en torno al 23% con una moderada alza hacia el final del período, participación relativamente baja comparada con la misma industria textil cuyas remuneraciones ascienden a más del 30% en promedio.

Este hecho permite establecer la existencia de una amplia inequidad entre los pagos a los factores productivos en la minería del cobre, los que se reparten en un 60% a los dueños del capital y en un 20% a los trabajadores.

**Cuadro 3.3**  
**Estructura del valor agregado**  
**Industria textil (%)**

Año	1995	1996	1997
VA	100	100	100
Excedente	44	52	35
Remuneraciones	34	24	42
Depreciación	10	12	10
Impuestos	12	12	13

Fuente: Encuesta Nacional de la Industria, Manufacturera, ENIA 1995-1997, INE.

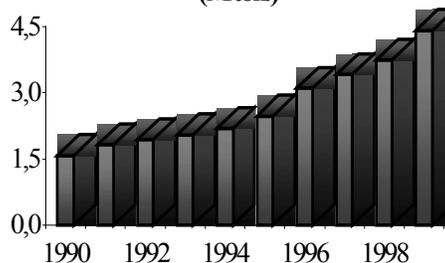
### 1.3.3 Producción

La producción en el sector se ha caracterizado, en la década 1990-1999, por un significativo crecimiento, como se observa en el gráfico 3.2.<sup>29</sup>

A comienzos del período la producción del sector era de 1,4 millones de toneladas de cobre fino, mientras que en 1999 dicha producción ascendió a 4,4 millones de toneladas, es decir, la producción de este mineral se triplicó en la última década.

De los 26,7 millones de toneladas producidas en la década, el 46% correspondió a producción estatal y el 54% a producción privada, ésta última a partir de 1994 lidera la producción nacional.

**Gráfico 3.2. Producción Chilena de Cobre (Mton.)**



Fuente: estadísticas del Cobre y otros Minerales, SERNAGEOMIN

### 1.3.4 Exportaciones

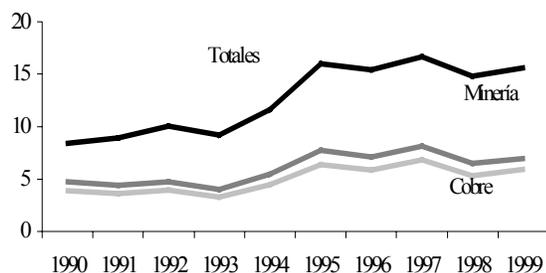
La industria minera en su conjunto (metálica y no metálica) alcanzó en el período 90-99 un 47% del total de las exportaciones. Sólo las exportaciones del

cobre representaron el 40% del total. En consecuencia la industria minera lidera el total de las exportaciones nacionales.

A comienzos de la década, y como se observa en el gráfico 3.3, las exportaciones de cobre representaban cerca del 50% del total. Sin embargo, hacia finales de la década, esta participación se ha reducido en torno a un 37%. Por tanto, si bien las exportaciones de la minería siguen siendo importantes en el total nacional, han reducido su papel protagónico debido de la diversificación de éstas a nivel nacional.

El valor de las exportaciones durante los años 1990-1999 creció en un 55%, alcanzando en 1999 los US\$5.967 millones, sin embargo el análisis de embarques de exportaciones (cantidad física) muestra un crecimiento aún mayor (gráfico 3.4) ya que las toneladas exportadas en 1999 de cobre son un 172% mayores que las de 1990. La explicación de esta diferencia en las tasas de crecimiento, radica en la evolución que ha tenido el precio del metal, el que durante la década se redujo en un 40%.

Gráfico 3.3. Evolución de las Exportaciones Mineras y Totales. (MMUS\$FOB corrientes)

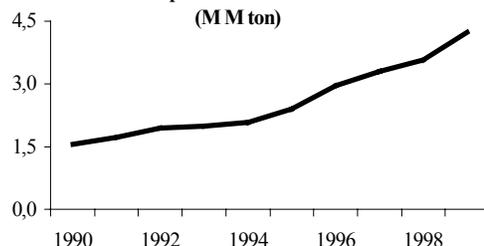


Fuente: Boletín Económico y Financiero, Banco Central

### 1.3.5 Precios

La evolución del nivel de precios del cobre es de vital importancia para la economía nacional pues determina de manera sustancial los ingresos totales de las exportaciones. Un centavo de dólar adicional en el precio del cobre significa un aumento del orden de US\$96 millones en el total de ingresos por exportación.

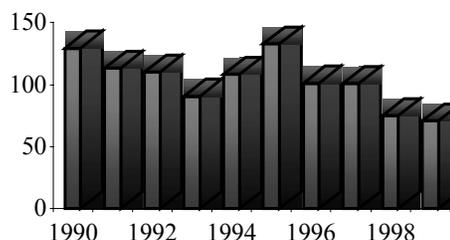
Gráfico 3.4. Embarques Físicos de Exportación de Cobre. (MM ton)



Fuente: Estadísticas del Cobre y Otros minerales, SERNAGEOMIN

Como se puede apreciar en el gráfico 3.5, el precio de la libra de cobre ha tenido un comportamiento hacia la baja. En 1990 la libra era cotizada en la bolsa de metales de Londres en 120,9 centavos de dólar, mientras que en 1999 esta cotización fue sólo de 71,4 centavos de dólar la libra.

Gráfico 3.5. Evolución del Precio del Cobre. (Ctvs US\$/lb)



Fuente: SERNAGEOMIN

### 1.3.6 Inversión<sup>30</sup>

La minería ha sido un importante sector receptor de las inversiones extranjeras en el país, como puede apreciarse en el gráfico 3.6.

En el período 90-99, la minería concentró el 44% de la inversión extranjera total materializada en el país. Sin embargo, esta participación ha tendido a reducirse a través del tiempo debido a las crecientes inversiones en otros sectores y a la caída en la inversión en el sector. En 1990 la minería representaba el 61% de la inversión total materializada, mientras que en 1999 fue sólo de 13%.

Las inversiones en la minería, a nivel regional (ver anexo II, cuadro 2.1) ingresadas a través del DL600 (Comité de Inversiones Extranjeras), se concentran principalmente en las cuatro primeras regiones del país, representando en conjunto el 86% en el período 1990-1998, destacando entre ellas la II Región con un 41,5%.

Dado que los montos ingresados por el Comité de Inversiones Extranjeras, mediante el Decreto Ley 600, corresponden sólo a inversiones de extranjeros a realizar en Chile, no dando cuenta de la inversión por parte de empresarios nacionales, otro referente para determinar las inversiones realizadas o por realizar en Chile corresponde a los proyectos presentados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Las declaraciones y estudios de impacto ambiental (DIA y EIA respectivamente) ingresados al SEIA, establecido por la Ley de Bases del Medio Ambiente, entregan antecedentes del número, monto a invertir y tipo de proyectos que han sido presentados a la CONAMA para su aprobación.

Las inversiones declaradas en el sector entre 1993-1999 a través SEIA fueron 6,1 ascendiendo a US\$9.978 millones los que representaron el

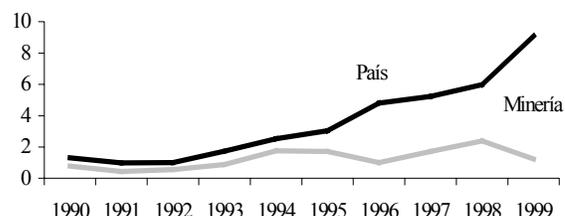
22% del total de proyectos ingresados y el 36% de los montos.

Las inversiones en el sector minero se tradujeron en la década pasada en un gran número de proyectos (cuadro 3.4) que ascendieron a US\$12.069 millones. Doce de estos proyectos, de un total de 16, estuvieron relacionados directamente con la minería del cobre, concentrando el 94% del monto total de inversión.

El proyecto más importante, tanto en términos de recursos como de envergadura de la producción, fue el de la minera Escondida en 1990, que contempló una inversión de US\$2.342 millones y una producción

de 868 mil toneladas de concentrado de cobre.

Gráfico 3.6. Inversión materializada en la minería y en el país. (MMUS\$ corrientes)



Fuente: Comité de Inversiones Extranjeras

**Cuadro 3.4**  
**Principales proyectos mineros 1990-1999**

Proyecto	Inversión Estimada (MUS\$)	Producción Anual	Región	Inicio de operaciones
Cerro Colorado	593	100.000 TM cátodos de cobre	I	1994
Collahuasi	1.750	330.000 TM concentrados de cobre 50.000TM cátodos de cobre	I	1998
Quebrada Blanca	373	75.000 TM cátodos de cobre	I	1994
Lomas Bayas	244	60.000 TM cátodos de cobre	II	1998
Escondida	2.342	868.000TM concentrados de cobre	II	1990
Zaldívar	600	125.000 TM cátodos de cobre	II	1995
El Abra	1.050	225.000 cátodos de cobre	II	1996
Mantos blancos	160	48.000 TM cátodos de cobre 45.000 TM concentrados de cobre	II	1996
El Peñón	100	4.000 a 4.500 Kg. de oro y 70.000 de plata	II	1999
Yolanda	140	1.000 TM de yodo 15.000 TM sulfato de Sodio 70 TM potasio	II	1998
Candelaria	879	220.000 TM de concentrados de cobre	III	1994
Manto Verde	178	47.000 TM cátodos de cobre	III	1995
Refugio	130	7.000 Kg. de oro	III	1996
La Coipa	330	68.000 Kg. de plata	III	1992
Pelambres	1.300	270.000 TM concentrados de cobre	IV	1999
Los Bronces, El Soldado y Chagres	1.900	120.000 TM blister, 12.000 TM cátodos de cobre, 84.000 TM concentrados de cobre	V y Región Metropolitana	1990

Fuente: Ministerio de Minería.

**Cuadro 3.5**  
**Coefficiente empleo/producto 1990-1997**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Gran Minería	21,5	23,4	22,2	20,1	18,2	16,0	14,9	14,6
Mediana Minería	42,3	21,8	20,5	17,2	14,8	12,9	9,0	7,4
Pequeña Minería	136,9	164,1	171,5	153,2	165,3	195,3	236,9	200,1

Elaboración: Fundación Terram, en base a información de SERNAGEOMIN

## Empleo

La ocupación media en la minería ascendió a más de 40.000 personas durante el período 1990-1999, sin embargo se ha reducido con el paso del tiempo (gráfico 3.7). En 1990 el sector empleaba a 46.248 personas y en 1999 sólo a 31.849 personas (anexo II, cuadro 2.2).

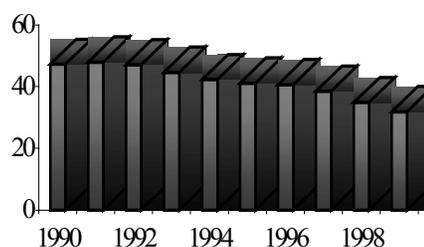
El coeficiente empleo-producción, calculado como la razón entre el número de empleados y la producción, como se observa en el gráfico 3.8, ha tenido una significativa reducción en la década 1990-1999. Mientras en el año 1990 se ocupaban 29 trabajadores por mil toneladas producidas de cobre, en 1999 esta cifra se redujo a 7 trabajadores. Este hecho evidencia un importante traspaso en la utilización de los factores productivos de trabajo a capital. El crecimiento de la producción de esta industria no se ha traducido en aumentos a la demanda de trabajo (anexo II, cuadro 2.3).

Respecto de este coeficiente por tamaño de empresa, según se aprecia en el cuadro 3.5, las pequeñas empresas son más intensivas en el uso del trabajo como principal factor productivo, ya que emplean a más trabajadores por tonelada producida.

La participación en la generación de empleo regional es más relevante en la zona norte del país en donde se concentran los principales yacimientos mineros. En el trimestre móvil julio-septiembre del 2000 el sector de minas y canteras empleó al 10,5% del total de ocupados de la II Región, mientras que en la IV representó el 4,7% de la ocupación total y en la VI región un 3,6%<sup>31</sup>.

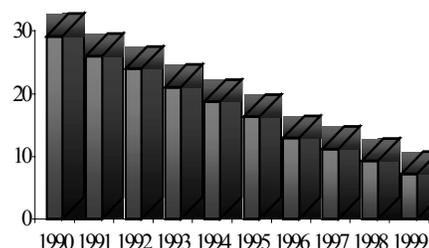
Si bien el sector minero es importante en la generación de empleo de algunas regiones, participa en un porcentaje menor en la ocupación nacional. En el mismo trimestre móvil la minería contribuyó a sólo 1,5% del empleo total nacional.

Gráfico 3.7. Personal Ocupado en la Minería.  
(Mpersonas)



Fuente: Anuarios de la Minería, SERNAGEOMIN

Gráfico 3.8 Coeficiente Empleo/ Producción para la Minería del Cobre



Fuente: Elaboración Fundación Terram

### 1.3.7 Remuneraciones

Las remuneraciones en el sector de la minería del cobre, como se observa en el gráfico 3.9, han tenido un crecimiento sostenido, triplicándose en 1999 respecto de 1990.

Las remuneraciones anuales por trabajador, al igual que las remuneraciones absolutas, han experimentado un incremento sistemático en su valor, reflejando la incorporación de trabajadores cada vez más calificados.

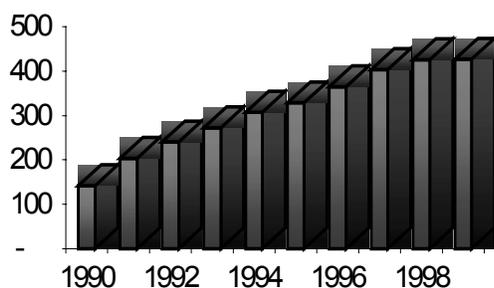
Las remuneraciones por trabajador, como es de esperar, y tal como se observa en el cuadro 3.6, son más altas en la gran minería seguida por la mediana y luego por la pequeña.

**Cuadro 3.6**  
Remuneraciones por hombre anuales  
Millones de Pesos Corrientes

	Gran minería	Mediana minería	Pequeña minería	Total
1990	4,2	1,9	0,8	6,9
1991	5,9	2,8	0,8	9,5
1992	6,5	3,5	0,9	10,9
1993	8,3	5	1	14,4
1994	10,4	5,6	1,1	17,2
1995	10,8	7,2	1,6	19,6
1996	11,8	8,4	1,7	22
1997	13,8	9,9	2	25,2
1998	13,9	6	2,5	22,5
1999	14,4	7,1	2,6	24,7

Elaboración: Fund. Terram, en base a datos del INE

**Gráfico 3.9. Evolución de las remuneraciones en la minería del cobre. (MM\$ corrientes)**



Fuente: Anuarios de la Minería, SERNAGEOMIN

#### 1.4 Localización

Los yacimientos mineros se encuentran principalmente en la zona norte del país, concentrándose entre la I y IV regiones. Dentro de ellas la más importante es la II Región, la que posee cerca del 50% de los yacimientos de cobre, destacándose la mina de Chuquicamata que es la más importante en términos de producción del mineral. El resto de los yacimientos se encuentran en la zona centro-sur del país, en la Región Metropolitana y en la VI Región. En esta última, se encuentra el mineral de El Teniente que es el segundo en importancia en la producción.

La participación de la minería en el PIB de las regiones de la zona norte (I a IV) es considerable, como se aprecia en el cuadro 3.7. En la II Región la participación asciende al 60%, y en la III Región alcanza un 45%. Ambas han aumentado su dependencia al sector minero, mientras que las regiones más al sur la han disminuido.

#### 1.5 Propiedad

La actividad minera se había caracterizado históricamente por ser propiedad del Estado, pero con la liberalización las inversiones extranjeras han incrementado la propiedad privada en el sector. A partir de 1994, la propiedad es principalmente privada y extranjera, como se observa en el gráfico 3.10.

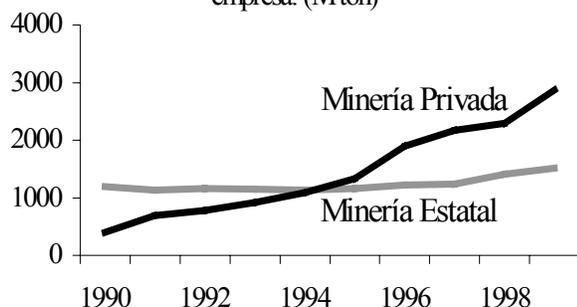
La estructura de propiedad de las principales empresas privadas de la minería del cobre se presenta en el anexo II, cuadro 2.4.

**Cuadro 3.7**  
**Participación de la minería en los PIB**

Región	I	II	III	IV	V	VI
1990	6,9	59,6	43,6	26,9	11,2	28,5
1991	7,1	64,7	40,9	25,8	12	28
1992	6,3	61,4	41,1	23,5	10,1	25,7
1993	5,3	60,2	38,9	20,5	10	24,1
1994	7,9	59,6	39,3	22,3	10,2	23,8
1995	12,9	59,6	45,2	23,4	9,6	24,7
1996	15,2	62,5	47	21,8	8,9	25,2

Fuente: Anuario de Cuentas Nac., 1999. Banco Central

Gráfico 3.10. Producción de cobre según empresa. (Mton)



Fuente: Estadísticas del Cobre y otros minerales, SERNAGEOMIN

## 2 IMPACTO AMBIENTAL

### 2.1 Principales Problemas Ambientales

Los procesos mineros en todas sus fases producen daño al medio ambiente y al entorno que los rodea. Desde la exploración hasta el abandono de la faena, e incluso, posteriormente, se producen alteraciones en el medioambiente.

Los principales efectos de la explotación de este tipo de recursos se dividen en agotamiento del recurso y en la degradación que provocan al medio ambiente en donde se encuentran.

Algunos de los problemas asociados a la actividad minera, los factores afectados y sus efectos se observan en el cuadro 3.8.

### 2.2 Agotamiento

El agotamiento de los recursos no renovables implica un importante problema para la medición del ingreso, pues el sistema de Cuentas Nacionales no contabiliza las pérdidas de capital natural.

Dada esta falencia en la contabilidad de las economías, y los errores a la que ésta puede llevar, se hace necesario implementar una metodología adecuada que permita dar una evaluación más exacta de la actividad de un país.

**Cuadro 3.8**  
**Impactos Ambientales del Sector Minero**

Tipo	Factor afectado	Efecto
Acidos	Aguas Superficiales Aguas Subterranes Flora, Fauna	Al alterar la acidez natural que es superior a pH=5, se causan transformaciones biológicas a los seres vivos acostumbrados a ese nivel de acidez.
Mercurio	Aguas Superficiales Aguas Subterranes Flora, Fauna Aire	Compuesto tóxico que se absorbe con facilidad y se acumula en los riñones produciendo daño irreversible.
Metales pesados, Cobre, Plomo, Zinc, Níquel, Hierro, Cadmio	Aguas Superficiales Aguas Subterranes Flora, Fauna Aire	Provocan alteraciones a nivel celular, causando cuadros clínicos de cáncer, osteomalacia, alteraciones neurológicas y daños hepáticos.
Arsénico	Aguas Superficiales Aguas Subterranes Flora, Fauna Aire	Sustancia tóxica que causa la degeneración del hígado y los riñones.
Tiosulfatos y Politionatos	Aguas Superficiales Aguas Subterráneas	Sustancias tóxicas.
Cianuro	Aguas Superficiales Aguas Subterráneas	Tóxico que inhibe el metabolismo del oxígeno.
Partículas Totales en Suspensión (PTS)	Aire	Según el tamaño son más o menos perjudiciales a las vías respiratorias.
Fracción Inhalable (PM10)	Aire	Partículas bajo PM10 $\mu\text{m}$ penetran alas partes sensibles de las vías respiratorias de manera irreversible.
Monóxido de Carbono (CO)	Aire	Disminuye la capacidad respiratoria de manera irreversible.
Oxido de Nitrógeno (NO2)	Aire	Bronco- constrictor.
Anhídrido Sulfuroso (SO2)	Aire	Potente bronco-constyrictor. Componente fundamental de la lluvia ácida.
Desechos Sólidos (Relaves)	Uso de la tierra zonas marítimas de poca profundidad	Riesgos relacionados con la inestabilidad de los depósitos. Alteraciones ecológicas. Disminución de la tierra apta para la agricultura. Embarcamiento de playas.
Excavaciones	Flora, Fauna Uso de la tierra	Pérdida de hábitat. Cambios geográficos.
Ruido		Salud Humana.

Fuente: PRIEN, Universidad de Chile. 1996

**Cuadro 3.9**  
**PIB tradicional y verde de la minería (MM\$ de 1998)**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PIB de la minería	499.162	430.563	538.148	586.262	917.233	700.175	923.639	999.356	1.060.873	1.250.780
PIB Verde	488.858	414.602	515.339	573.803	906.618	666.392	840.735	961.629	1.008.657	1.151.321

Elaboración: Fundación Terram, en base a información de SERVAGEOMIN

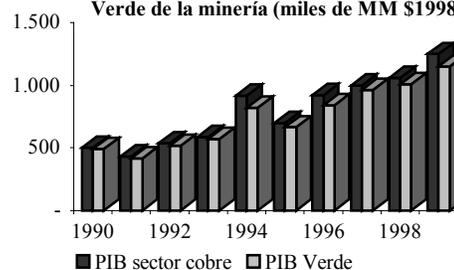
## 2.2.1 Indicador

Una metodología adecuada que permite valorar la pérdida del stock de un recurso no renovable es la de El Serafy (1989)<sup>32</sup>, la cual establece que una medición conceptualmente correcta del PIB exigirá que parte de los excedentes de la explotación del recurso se destinen a la formación de un activo financiero, que genere un flujo de ingresos equivalente al valor agregado del sector, una vez que se agote el recurso. Tomando las cifras de producción y reservas de cobre para el período 1990-1999, la Fundación Terram estimó el costo de agotamiento asociado al ingreso del cobre (Ver anexo II, cuadro 2.5 para explicación metodológica).

El concepto de reservas que se utiliza en este análisis es el de reservas económicas, es decir, se reconoce que aparte de su existencia física, la explotación, debe tener factibilidad económica. Al definir las reservas desde una perspectiva económica, el horizonte de explotación depende no sólo de la existencia física del recurso sino también el precio y la existencia de sustitutos, el carbón y el salitre siendo ejemplos respectivos.

En el caso del cobre, la entrada en operación de grandes yacimientos en la década de los noventa ha aumentado significativamente las reservas del país. A partir de 1995 las estimación de reservas de cobre son 200.000 toneladas de cobre fino y luego a partir de 1997 suben nuevamente a 300.000 toneladas. Esta estimación incide en forma importante sobre los resultados ya que alarga el horizonte de explotación. Sin embargo, debido a avances tecnológicos y a fluctuaciones en el precio, parece más razonable suponer un horizonte de menor viabilidad en las reservas disponibles. A nuestro juicio un 50% del horizonte calculado para el período 1995-1999 es una estimación más apropiada de reservas, y las estimaciones se realizaron con este supuesto.

Gráfico 3.11. Evolución del PIB Tradicional y Verde de la minería (miles de MM \$1998)



Fuente: Elaboración Fundación Terram

En este escenario se estimó el Costo de Usuario de El Serafy o el costo de la pérdida patrimonial. Para 1999 se estimó un costo de \$99.459 millones<sup>33</sup> (US\$216 millones) utilizando una tasa de descuento del 9% y para un horizonte de sustentabilidad de 29 años, en ese año.

En el gráfico 3.11 se muestra el PIB verde para la minería del cobre en la década pasada, comparado con las mediciones de cuentas nacionales del Banco Central. Esta corrección se hizo en base a las estimaciones del Costo de Usuario anteriormente descrita, y se presentan en el cuadro 3.9.

Como se desprende del cuadro, el PIB sustentable de la minería, es decir neto de pérdidas de capital, es menor que el PIB tradicional, siendo del orden de un 92% del PIB registrado por el sistema de Cuentas Nacionales.

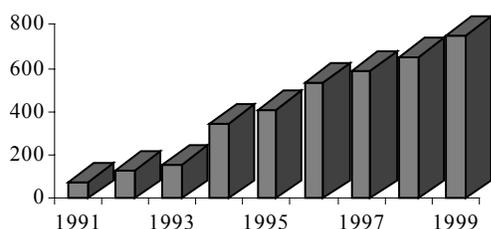
El porcentaje que representa el Costo de Usuario del excedente del productor en 1999 fue de un 13%, lo que sirve como aproximación para un impuesto que podría exigirse a las empresas de la industria a fin de asegurarse la existencia de este ahorro.

Debido a que durante esta década dicho ahorro no se ha realizado, existe ya una pérdida patrimonial derivada de la explotación de cobre. Esta pérdida acumulada, llevada a valor presente de hoy y expresada en moneda de 1998 para cada año se presenta en el gráfico 3.12.

Como se puede observar, la pérdida acumulada en valor presente para 1999 (1990 a 1999) fue de \$589.186 millones<sup>34</sup> (US\$1.280 millones) equivalente a un 2,2% del PIB nacional.

Por lo tanto, el PIB tradicional de la minería estaría sobrevaluado, ya que existe un costo por la pérdida en capital natural que se genera debido a la explotación del recurso y por la factibilidad económica que tengan las reservas del mineral.

**Gráfico 3.12. Pérdida patrimonial producto de la explotación de cobre (miles de MM \$1998)**



Fuente: Elaboración Fundación Terram

### 2.3 Degradación

La actividad minera genera en todas sus etapas residuos y contaminación en cantidades importantes. Su explotación implica la remoción de cuantiosas toneladas de material para extraer el mineral, el que se transporta a su lugar de tratamiento donde se elimina todo lo que no sea producto final, hasta llegar a purzas cercanas al 100%, a partir de concentraciones iniciales del 1%-2%, en el caso del cobre. Durante el transporte a los centros de procesamiento el principal contaminante que se desprende es el polvo, para posteriormente generar residuos sólidos, líquidos o gaseosos.

La actividad minera implica por tanto, diversos tipos de impactos, entre los cuales se pueden mencionar<sup>35</sup>:

- Generación de residuos sólidos

- Contaminación atmosférica producida por las fundiciones de cobre
- Uso intensivo del agua en zonas de escasez
- Contaminación de cursos de agua
- Contaminación de suelos
  - Riesgo ambiental producto de minas abandonadas y tranques de relaves
- **Generación de residuos sólidos**

El proceso de extracción y recuperación de metales de un yacimiento genera residuos sólidos de dos tipos: los provenientes del proceso de recuperación del metal valioso (relaves, escorias y rípios) y el material de descarte de la mina (estéril). Una magnitud de la generación de residuos de la actividad minera se puede ilustrar con el siguiente caso: para obtener una tonelada de cobre es necesario remover, en promedio, 500 toneladas de capas superficiales de roca. Este concepto se denomina “mochila ecológica” y las estimaciones para la década 1990-1999 son de 13.338 millones de toneladas de material removido.<sup>36</sup>

La estimación del volumen total de residuos masivos de la minería del cobre para los años 1989 y 1998, se presenta en el cuadro 3.10.

**Cuadro 3.10**  
**Estimación de residuos masivos generados por la minería del cobre (miles de toneladas)**

Año	Relaves	Rípios	Escoria	Estéril
1989	109.625	25.584	2.066	567.214
1998	202.040	204.216	2.583	1.356.257
Variación (%)	84,3	698,2	25	139,1

Fuente: CONAMA, 1999

Para el caso de los relaves y los rípios de lixiviación<sup>37</sup> puede considerarse que los factores de emisión, estimados para 1989 y 1998, se han mantenido constante ya que no se ha incorporado nueva tecnología. En los casos del estéril y las escorias, los cambios tecnológicos han influido

significativamente en la variación de los factores de emisión.

- **Contaminación atmosférica**

La legislación nacional establece normas de calidad del aire para material particulado respirable y anhídrido sulfuroso, las que han sido sobrepasadas en las áreas circundantes a las fundiciones de CODELCO (Chuquicamata, Potrerillos y Caletones) y ENAMI (Hernán Videla Lira o Paipote y Ventanas), convirtiendo las zonas cercanas a las fundiciones en zonas saturadas (anexo II, cuadro 2.6). Por lo tanto ha sido necesario establecer Planes de Descontaminación en las fundiciones respectivas, a través de las normativas D.S. 4/92 del Ministerio de Salud; el D.S. 185/91 del Ministerio de Minería y la Resolución 1.215/78 del Ministerio de Salud.

A partir de información sobre emisiones de material particulado, como anhídrido sulfúrico y azufre, (Ver anexo II cuadros 2.7 al 2.9), se estimaron, según los porcentajes de participación en la producción de cobre refundido, las emisiones totales de estos contaminantes para el período 1998-1999. Estas estimaciones se presentan a continuación en el cuadro 3.11.

En el caso del material particulado, los planes de emisión que deben implementar las fundiciones, se han traducido en la disminución de toneladas de contaminantes emitidas. Sin embargo, es muy importante que disminuya su concentración, pues

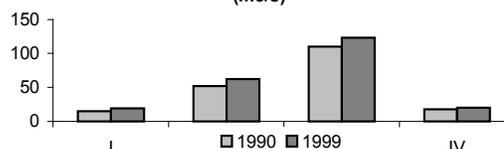
es ésta la que genera los daños a la salud.

Las emisiones de azufre y de anhídrido sulfúrico, según se puede apreciar, no han disminuido de forma clara a pesar de la imposición de los planes de descontaminación. Es más, según se puede apreciar en el anexo II, recuadro 2.1, gráficos 2.1 al 2.3, las emisiones de anhídrido sulfúrico en Chuquicamata no cumplen con la normativa mientras que las fundiciones de Paipote y Ventanas, lentamente han ido reduciendo sus emisiones y cumpliendo con la norma nacional.

- **Uso intensivo del agua**

La actividad minera tiene una importante demanda de recursos hídricos para su proceso productivo. En la zona norte, donde se encuentran los principales yacimientos mineros del país, el recurso hídrico debe competir con otros sectores como el del consumo agrícola, agua potable o el consumo industrial. En la Primera Región la demanda hídrica de la minería representa aproximadamente el 20% del total de los sectores, en la Segunda el 67%, en la Tercera el 58% y en la Cuarta el 0,3%. En el gráfico 3.13 se aprecia la demanda de agua de la minería en las primeras regiones del país ente 1990 y 1999.

Gráfico 3.13 Demanda de agua en la minería. (m3/s)



Fuente: Informe País, Universidad de Chile

Cuadro 3.11

**Estimación de las emisiones de material particulado (PM10), azufre (S), anhídrido sulfúrico (SO2) (Miles de Ton/año)**

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Material Particulado (PM10)	28,3	14,8	16,3	10,3	6,8	5,2
Azufre	523,4	498,3	507,2	384,1	291,9	606,4
Anhídrido Sulfúrico	1.046,8	986,3	1.014,6	754,6	584,0	675,5

Elaboración: Fundación Terram, en base a información de SERNAGEOMIN

- **Contaminación de cursos de agua**

La contaminación de los cursos de agua, calculados a partir de coeficientes estándares para las unidades de producción<sup>38</sup> de la industria minera, se puede apreciar en los gráficos 3.14 y 3.15.

Como se observa, la producción de todos los contaminantes líquidos DBQ (demanda biológica química), sólidos suspendidos (SS), sólidos disueltos totales (SDT) y fluor, se ha incrementado conforme lo hace la actividad industrial.

Gráfico 3.14. Contaminación de RILES de la industria básica de metales no ferrosos. (Ton./ año)

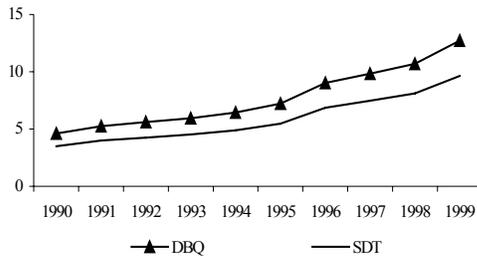
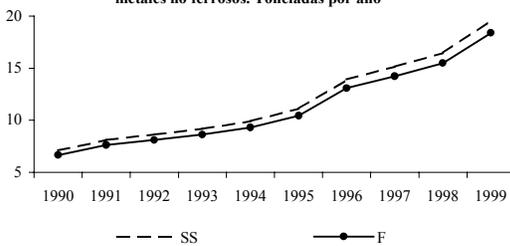


Gráfico 3.15. Contaminación de RILES de la industria básica de metales no ferrosos. Toneladas por año



Fuente: Elaboración Fundación Terram

Respecto de la legislación que regula este tipo de contaminación, se cuentan con cuerpos legales dispersos, en comparación a los que se refieren a la contaminación atmosférica. Esto se debe a que el agua se presenta en diferentes condiciones (aguas contaminantes, superficiales, subterráneas y marinas) y se requiere para distintos usos. (riego, consumo, industrias,

etcétera). En la legislación que aborda este tema se encuentra el Código de Aguas, el Código de la Minería, la Ley de Navegación (D.L 2222/78) y la norma chilena NCh 1.333.

- **Contaminación de suelos**

La emisión de residuos sólidos, líquidos y gaseosos derivados de los procesos mineros y metalúrgicos pueden contaminar los suelos y destruir paisajes y vida silvestre. Dado que la minería se realiza en Chile en zonas desérticas, con escasa población, se dice que sus efectos no serían de impacto severo. La estabilidad del suelo tampoco estaría en riesgo pues la mayoría de los yacimientos son abiertos.

Los casos más conocidos de este tipo de contaminación son los de las tierras próximas a la fundición de Paipote, donde el azufre y arsénico afectarían el cultivo de uvas de las proximidades; los del Valle de Huasco, donde el material particulado y los gases tóxicos, provenientes de una planta peletizadora de hierro, dañarían el cultivo de olivos; el Valle de Aconcagua, donde las emisiones de material particulado de la fundición Chagres afectarían los cultivos del valle; y el Valle de Puchuncaví, en donde el material particulado, el anhídrido sulfuroso y el arsénico de la fundición Ventanas, y de la central térmica cercana, comprometerían los cultivos del valle<sup>39</sup>.

No existe en la actualidad una legislación clara debido a la amplia gama de elementos, o factores, que pueden alterar la condición del suelo. Sin embargo, destacan las disposiciones relacionadas con los residuos sólidos industriales que pueden afectar de alguna manera el suelo o su uso (D.L 3557/80, el D.S 745/92 del Ministerio de Salud, el D.S 86/70 del Ministerio de Minería y la Resolución 5.081/93 del Servicio de Salud del Ambiente).

- **Riesgo ambiental por minas abandonadas y tranques**

Una vez que se agota el mineral, muchas minas son abandonadas y los desechos son depositados en tranques. El gran tamaño de estos depósitos ha permitido vidas útiles de más de 70 años<sup>40</sup>. En Chile, actualmente, no existe una legislación que vele por el adecuado cierre de las faenas mineras una vez que termina su vida útil.

El principal problema consiste en la eventual contaminación de los depósitos al salirse de sus contenedores, ya sea a causa de las lluvias, que pueden generar aguas ácidas y tóxicas, o a los efectos de terremotos y actividades volcánicas que pueden deteriorar a algunos de estos tranques.

La principal fuente de información de abandono de faenas mineras lo constituye el Catastro de Tranques de Relave del período 1989-1990, que se presenta en el cuadro 3.12.

Los impactos ambientales producidos por este tipo de instalaciones, a nivel regional, son los siguientes<sup>41</sup>:

- II Región: tranques abandonados en zonas costeras (Bahía de Tal-Tal), alteración del hábitat costero, disminución de flora y fauna y contaminación de playas.
- III Región: tranques abandonados en zonas costeras (Bahía de Chañaral), igual al anterior. Tranques abandonados cerca de ciudades (Copiapó), alteración estética y paisajística, emisión de material particulado y riegos de accidentes por fallas geomecánicas. Tranques abandonados en los cauces de los ríos (ríos Copiapó y Huasco), riesgo de contaminación por crecidas o fallas geomecánicas, riesgo de contaminación por percolación de aguas lluvias. Tranques abandonados en zonas agrícolas (Valle de Elqui) y contaminación de suelos.

- V Región: tranques abandonados en parques nacionales (Parque La Campana), alteración estética y paisajística, riesgo de accidentes a visitantes, riesgo de generación de drenaje ácido. Tranques abandonados cerca de poblaciones (Cabildo y Petorca), alteración estética y paisajísticas, emisión de material particulado y riesgos de accidentes por fallas geomecánicas.
- VI Región: Tranques abandonados en cauces de ríos (Río Cachapoal), riesgo de contaminación por crecidas o fallas geomecánicas, riesgo de contaminación por percolación de aguas lluvias y drenaje ácido.

**Cuadro 3.12**  
**Resumen de la situación de los de relaves a nivel nacional.1989**

Situación de los tranques	Nº	Superficie cubierta (ha)
Tranques operativos	275	5.939
Tranques no operativos	243	1.987
Tranques abandonados	106	102
Total	624	8.028

*Fuente: Universidad de Chile. 1999*

### 3. CONCLUSIONES

La actividad minera es de vital importancia para la economía nacional, en términos de su participación en el Producto Interno Bruto, en las exportaciones nacionales y en las inversiones que ingresan al país.

La participación en el Producto Interno Bruto nacional, en la década pasada, fue de alrededor del 10%, siendo mayor a nivel regional donde se encuentran los yacimientos. En la Segunda Región esta participación es del 60%, en la Tercera Región es de 45% y en la Sexta del 25%.

Sin embargo, a pesar de estos beneficios, la actividad presenta externalidades. Las principales están

relacionadas con la degradación que generan al medio ambiente, así como con el agotamiento del recurso, debido a su naturaleza no renovable.

La contaminación ha significado que muchos territorios aledaños a las fundiciones de cobre hayan sido declarados como Zonas Saturadas por elementos como el material particulado, azufre y anhídrido sulfúrico. Esta situación provocó que se decretaran planes para el control de la contaminación, en algunas fundiciones, los que han tenido un éxito relativo.

Por su parte, el agotamiento de estos recursos ha implicado que, conforme aumenta la actividad económica, la producción minera se descapitaliza, producto de la pérdida del capital natural. El sistema actual de Cuentas Nacionales nos entrega, a través de sus indicadores tradicionales como el PIB, una percepción equivocada del desempeño económico de esta actividad. Por lo que es necesario ajustar el PIB sectorial de manera de contemplar esta pérdida.

La Fundación Terram estima que la pérdida patrimonial es del orden del 8% del PIB sectorial, lo que significa unos US\$1.280 millones acumulados para el período 1990-1999.

Entonces, una política apta para detener esta pérdida de capital es generar un ahorro de los ingresos que genera la explotación del cobre a fin de mantener el ingreso de la economía cuando el recurso ya no esté disponible. Esto también nos entrega algunas luces sobre una política pública, que contemple, por ejemplo, un impuesto del orden del 13% a las utilidades o de un 8% al Valor Agregado.

Por otra parte, y dentro del desempeño económico que ha tenido el sector, se aprecia que, a pesar de que la producción se ha triplicado en la década, esta expansión no ha significado aumentos en la contratación de factor trabajo y es así como en 1990 se utilizaban 29 trabajadores

por mil toneladas de cobre reduciéndose ésta sólo a 7 en 1999.

Asimismo el excedente de producción que reciben los dueños del capital en el sector de la minería es más alto que en otras industrias, ascendiendo aproximadamente el 61%. La participación de los salarios dentro de la estructura del valor agregado es también distinta a la otras industrias. En la minería asciende al 23%, mientras que en la industria textil lo hace con más de un 30%. Estas características indican, primero, que en la minería y en los sectores de explotación de recursos naturales el excedente de producción (variable aproximada de las utilidades) es particularmente alto, debido a la apropiación de las rentas. Además, esta estructura habla de una importante desigualdad en la distribución de estos beneficios pues se reparte un 60% a los dueños del capital y 20% a los trabajadores.

Ninguna actividad económica está exenta de impactos adversos o externalidades negativas. La evaluación que debemos hacer es comparar aquellos aspectos positivos con los negativos para una evaluación completa del aporte de esta actividad al desarrollo económico nacional. Esto involucra aspectos económicos pero también sociales y ambientales. La evaluación que aquí se ha realizado involucra dos aspectos esenciales: dimensionar la pérdida patrimonial y evaluar la degradación ambiental.

La producción de Cobre genera impactos importantes y el Estado como principal representante de la sociedad debe hacerse cargo, a través de políticas públicas que permitan desarrollar a las actividades económicas respetando los equilibrios ambientales y sociales, vale decir desde la perspectiva de la sustentabilidad.

## IV. SECTOR PESQUERO

### RESUMEN

La actividad pesquera extractiva e industrial registró un importante crecimiento económico durante la década de los noventa. Si bien este sector representa aproximadamente un 2,8% del PIB nacional, desde el punto de vista del mercado externo, participa en torno al 11% del total exportado a nivel país, destacando las exportaciones de productos frescos, congelados y de harina de pescado.

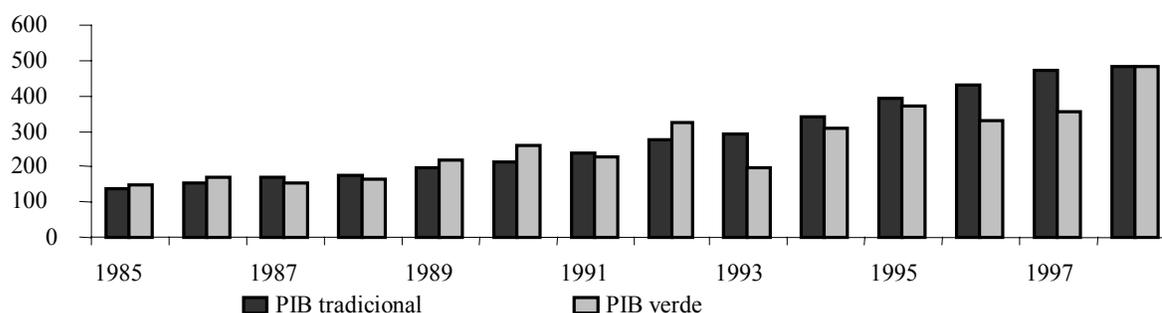
El desarrollo económico de la actividad pesquera ha provocado impactos negativos en los recursos marinos y en el medio ambiente. Un número importante de especies ha estado sometido a sobre explotación, situación que ha llevado a la reducción de su stock de biomasa a niveles alarmantes. Destaca la actual crisis que vive la pesquería del jurel, segunda especie más capturada a nivel nacional. Esto ha generado una disminución del capital natural de los recursos pesqueros, que se refleja económicamente en una disminución del PIB calculado por el Banco Central de Chile. La Fundación Terram estima que entre 1990 y 1998 el valor económico de la depreciación del recurso alcanza los \$224 mil millones<sup>42</sup> en moneda de 1998, que equivalen a US\$487 millones y corresponden al 50% del PIB sectorial de 1999.

Por otra parte la industria pesquera, en especial la elaboradora de harina y aceite de pescado, así como la actividad desarrollada por los centros de cultivo en el sur de Chile, ha generado distintos impactos sobre los recursos genéricos del medio ambiente, como el aire y el agua. Si bien las emisiones atmosféricas y líquidas de la primera han disminuido, en términos absolutos y relativos, aún siguen siendo significativas. Así mismo, En el caso de la salmonicultura, las emisiones de nitrógeno y fósforo se han incrementado progresivamente.

Lo anterior implica que la sociedad en su conjunto ha asumido las externalidades negativas de ambas industrias, puesto que no se ha implementado una estrategia que permita asegurar, en el largo plazo, la sustentabilidad del medio ambiente involucrado en dichas actividades. Así mismo tampoco se han implementado instrumentos que efectivamente permitan internalizar dichas externalidades.

Estos efectos no son poco significativos puesto que atentan no sólo contra el medio ambiente, sino que también contra la sustentabilidad de esta actividad en el tiempo. Esto se debe a que si bien los recursos pesqueros se clasifican como recursos naturales renovables, sólo un uso racional de los mismos puede asegurar dicho concepto.

PIB Tradicional y PIB Verde  
(miles de MM \$1998)



## **1. DESEMPEÑO ECONÓMICO**

### **1.1 Historia**

La actividad pesquera se realiza en Chile desde hace muchos años. A nivel industrial este sector experimentó un fuerte impulso en la década de los cincuenta, a través de la instalación de plantas productoras de harina de pescado en la zona norte del país. Asimismo, diversas políticas de fomento económico permitieron al sector desarrollarse y comenzar a explotar los recursos pesqueros en mayor escala.

No obstante, a mediados de los años sesenta la industria experimentó su primera crisis debido a la baja disponibilidad de anchoveta –la principal especie capturada en esa época. Posteriormente, y a pesar del esfuerzo realizado para racionalizar la actividad, los impactos ambientales provocados por la aparición de la corriente del Niño y la sobre pesca del recurso provocaron un nuevo colapso de la especie a principios de los años setenta.

Durante las últimas décadas, al sector pesquero tradicional se agregaron otras actividades industriales -como las conservas y los congelados- y más recientemente la actividad de cultivo de especies del sector acuícola. Este incremento de la actividad industrial, acompañado de un aumento de la flota pesquera, ha generado efectos negativos sobre las biomasas de las especies capturadas y el deterioro de los componentes del medio ambiente que rodean a tales actividades industriales.

### **1.2 Caracterización del Sector Económico**

El sector pesquero incluye tanto las actividades extractivas, así como los procesos de transformación asociados a su industria

elaboradora, de tal forma que se encuentra clasificado en varias divisiones de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU)<sup>43</sup>.

La *Pesca Extractiva* (código 1300 de la CIIU) abarca tanto la pesca de altura y costera (código 1301) como la pesca no especificada en otras clasificaciones (código 1302)<sup>44</sup>. Al mismo tiempo, dentro del sector *Pesca Extractiva* se incluyen los subsectores: pesca artesanal, pesca industrial, barcos-fábrica, recolección de algas y centros de cultivo.

En segundo lugar, la actividad industrial del sector pesquero comprende la *Elaboración de Pescado, Crustáceos y Otros Productos Marinos* (código 3114 de la CIIU) y la *Fabricación de Aceites y Grasas Vegetales y Animales* (código 3115)<sup>45</sup>.

Es importante aclarar en este punto, que los distintos organismos e instituciones que registran estadísticas sobre el sector pesquero agrupan a su conveniencia los subsectores anteriormente mencionados, e incluso pueden no considerar a algunos de ellos según el objetivo que desean medir. Por lo tanto, en cada análisis efectuado en el presente informe anual de recursos, se hace referencia expresa a los sectores incluidos en dicho análisis, de tal forma que no genere confusión.

### **1.3 Importancia del Sector en la Economía**

#### **1.3.1 Valor Agregado**

El aporte económico que el sector pesquero extractivo hace a la economía nacional se mide a través del Valor Agregado o Producto Interno Bruto sectorial. El PIB de la pesca extractiva alcanzó en 1990 un total de \$214,4 mil millones (en moneda de 1998), cifra que fue más que duplicada en 1999 al aportar a la economía nacional \$493,8 mil millones de la misma moneda. De esta forma el sector pesca extractiva creció en promedio a un ritmo anual de 9,8% -alcanzando un máximo de 16,6% entre los

años 1991 y 1992-, cifra superior al 6,7% de crecimiento registrado por la economía nacional durante el mismo período, alcanzando una participación en el PIB nacional de 1,6% en 1999.

Por otra parte, el sector pesquero en los términos de la Matriz Insumo Producto (MIP) del Banco Central sólo incluye la pesca extractiva, sin considerar la participación de las actividades del sector industrial asociadas al sector pesquero, las que se encuentran incorporadas en la MIP bajo el ítem Industria Manufacturera. De esta forma los valores y porcentajes indicados para el valor agregado del sector pesca extractiva no reflejan en toda su magnitud el aporte que el sector pesquero hace al PIB del país. Al respecto, se estima que la pesca extractiva representa alrededor de un 50% de lo que las actividades derivadas de los recursos marinos en su totalidad generan al país<sup>46</sup>, por lo que el aporte que el sector pesca en su totalidad hace a la economía nacional es aproximadamente el doble del señalado anteriormente, es decir, un promedio anual del 2,8% del PIB nacional durante el período analizado.

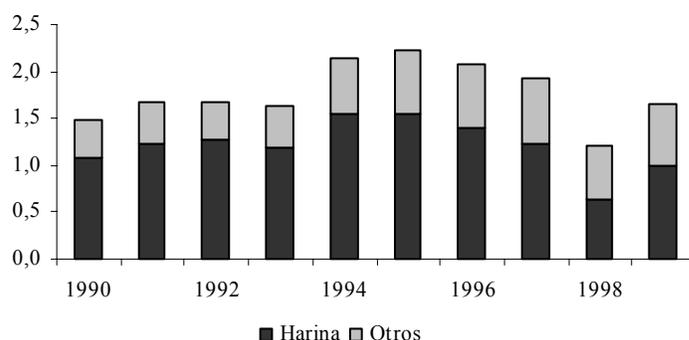
### 1.3.2 Producción

El sector pesquero industrial elaboró en 1990 un total de 1,47 millones de toneladas de producto, llegando en 1999 a los 1,64 millones de toneladas. Durante el período 1994-1996 inclusive, la producción superó los 2 millones de toneladas, representando los mejores años productivos de la década. Esto permitió registrar un ritmo promedio de crecimiento de 3,4% anual, llegando a un valor máximo de 35,6% de crecimiento entre los años 1998-1999.

La industria pesquera nacional abarca actualmente un total de 17 líneas elaboradoras<sup>47</sup>, siendo la más importante en términos de volumen producido la industria de harina de pescado, que en promedio aportó el 68,2% del producto

elaborado por la industria entre los años 1990-1999 (gráfico 4.1). Luego se encuentra la producción de aceite, congelados y conservas con un 12,2%, 9,8% y 5,2% respectivamente del total industrial elaborado en el mismo período.

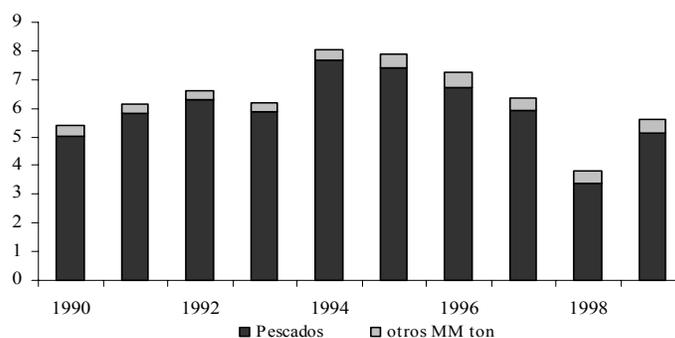
**Gráfico 4.1 Producción Industrial (MM ton.)**



Fuente: SERNAPESCA.

Para abastecer el desarrollo de la industria elaboradora, los desembarques sectoriales han debido incrementarse en forma paralela. Es así que los 5,4 millones de toneladas desembarcadas en 1990 aumentaron a más de 8 millones en 1994 y en 1999 superaron los 5,5 millones, tal como se aprecia en el gráfico 4.2.

**Gráfico 4.2 Desembarque Pesquero (MM ton.)**



Fuente: SERNAPESCA.

En términos de especies marinas, la clasificación de los desembarques sectoriales incluye a los pescados, moluscos, crustáceos, algas y otras especies<sup>48</sup>. Los pescados son el grupo de mayor importancia,

aportando en promedio un 93,2% del total nacional desembarcado entre los años 1990 y 1999. En segundo y tercer lugar se encuentran el grupo de las algas y moluscos, con un 3,8% y 1,8% respectivamente, y finalmente el grupo de otras especies y el de los crustáceos. El gráfico 4.2 presenta la evolución del desembarque total nacional y de pescados entre 1990-1999.

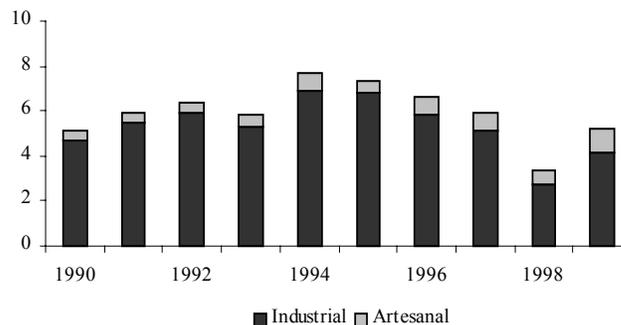
La captura de productos del mar está altamente concentrada en algunas especies, lo cual, entre otros factores, podría estar afectando seriamente el nivel de stock de sus biomásas. En el grupo de los pescados el 74,5% de los desembarques obtenidos entre 1990 y 1999 se concentra en dos especies, el jurel y la anchoveta. Les siguen en importancia la sardina común, la sardina española y la merluza de cola. En el cuadro 4.1 se aprecia la importancia relativa de las distintas especies desembarcadas.

Desde la perspectiva de los subsectores de la pesca extractiva -pesca artesanal e industrial, barcos-fábrica, recolección de algas y los centros de cultivo, el 83% del desembarque total entre 1990 y 1999 fue originado por la actividad pesquera industrial, tal como lo muestra el gráfico 4.3. Mientras que el 10,5% y 3,7% fue realizado por la pesca artesanal y los centros de cultivo respectivamente, y el resto por los barcos fábrica -ya sea en aguas nacionales o internacionales- y la recolección de algas. Los desembarques de los centros de cultivo crecieron a una tasa promedio anual de 19,7%, tasa que alcanzó el 13,9% y 2,5% a nivel del subsector artesanal e industrial respectivamente, es decir, el subsector centro de cultivos es el que registra un mayor crecimiento durante el período en estudio.

La diferencia de capacidad entre la actividad pesquera industrial y artesanal es evidente si

consideramos que en 1999 el 74,3% del desembarque total nacional fue efectuado por la primera, utilizando un total de 474 embarcaciones

Gráfico 4.3 Desembarque Pesquero (MM ton.)

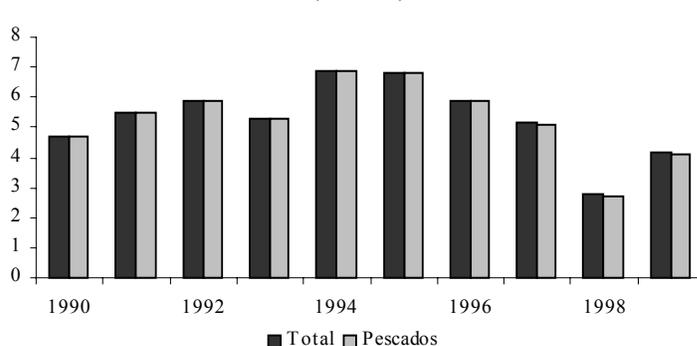


Fuente: SERNAPESCA

con una capacidad de bodega de 209.018 m<sup>3</sup>, mientras que el 18,6% del desembarque nacional fue realizado por la pesca artesanal utilizando un total de 14.453 embarcaciones. Por lo que si bien el número de embarcaciones artesanales fue 30,5 veces superior al total de barcos industriales, el nivel de desembarque industrial fue 4 veces superior al artesanal.

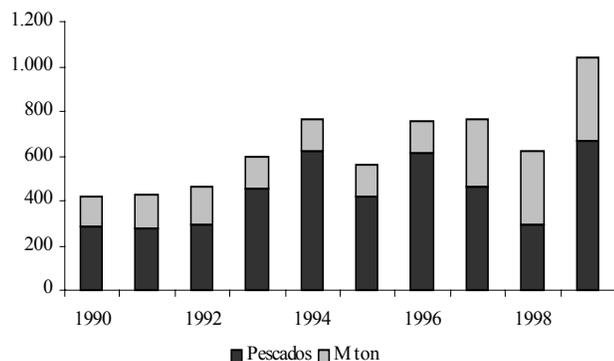
Finalmente, cabe destacar que el recurso más capturado a nivel industrial, artesanal y en los centros de cultivo, corresponde al pescado (gráficos 4.4 a 4.6). Este recurso hidrobiológico aportó con el 99,6% de la captura total industrial, el 68,1% de los desembarques artesanales y el 59,1% de la cosecha obtenida en los centros de cultivo del país -gracias al aporte de los salmones y truchas- entre los años 1990 y 1999.

Gráfico 4.4 Desembarque Industrial (MM ton.)



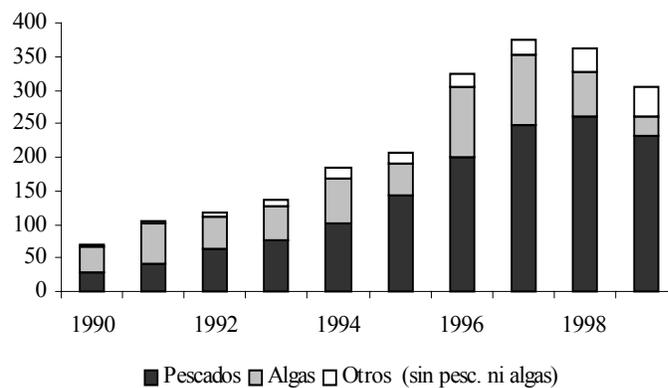
Fuente: SERNAPESCA

Gráfico 4.5 Desembarque Artesanal (MM ton.)



Fuente: SERNAPESCA

Gráfico 4.6. Cosecha de Centros de Cultivo (Mton.)



Fuente: SERNAPESCA

Cuadro 4.1 Participación de las Principales Especies en los Desembarques (%)

Especie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Prom. 90-99
Anchoveta	16,8	16,1	20,4	25,1	35,5	28,2	20,8	29,8	15,5	38,7	24,7
Jurel	49	51,8	51	55,2	52,8	59,4	57,7	49,4	48	23,8	49,8
Merluza de Cola	2,5	2,8	3,4	1,4	1,1	2,8	5,6	1,2	10,5	6,1	3,7
Sardina	17,9	12,6	12,8	8,2	2,5	2,2	1,2	0,7	0,8	4,8	6,4
Sardina Común	5,7	9,7	7,2	4,2	4,5	1,7	6,6	7,5	9,4	15,3	7,2
<b>Total pescados</b>	<b>100</b>										
Chascón	35,3	25,6	39	45,3	39,5	41,4	43,7	44,6	51,3	42,7	40,8
Pelillo	32,8	43,3	43	34,3	38	39,3	37,6	38,2	27,5	32,9	36,7
<b>Total algas</b>	<b>100</b>										
Almeja	22,8	30	25,8	21	15,5	18,9	20,8	13,4	22,2	14,9	20,5
Chorrito	10,3	7	8,2	8,9	9,1	11,8	12,3	14,3	15,4	18,6	11,6
Macha	8,9	7,9	8,8	7,5	6,1	7,6	6,4	7,3	5,9	1,6	6,8
Culengue	29,7	22,8	19,3	12,6	12,3	11,6	9,1	8,8	3	9	13,8
Ostión del Norte	1,1	1	1,6	4,3	10,2	9,1	10,2	12,3	15,1	18,7	8,4
<b>Total moluscos</b>	<b>100</b>										
Camarón Nailon	24,8	26,4	27,2	31,4	31,9	34,3	32,3	27,4	18,5	20,5	27,5
Langostino Amarillo	21,7	24,2	12,4	8,5	15,7	18,5	19,6	27,7	23,9	18,7	19,1
Langostino Colorado	0	1,2	13,2	12,7	7,9	15,9	23,7	23,9	32	32,7	16,3
<b>Total crustáceos</b>	<b>100</b>										
Erizo	79,1	82,2	87,5	88,7	92,9	94	91,5	93,5	94,6	95,2	89,9
Piure	20	11,4	11,8	11,3	7	5,7	8,1	6,5	5,3	4,6	9,2
<b>Total otras especies</b>	<b>100</b>										

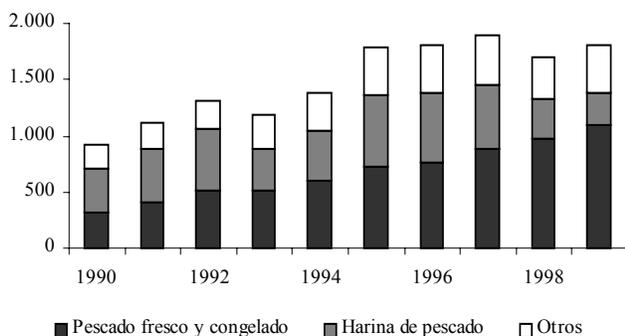
Fuente: SERNAPESCA.

### 1.3.3 Exportaciones

La importancia que tiene el sector pesquero dentro de la economía nacional es mayor cuando se le analiza desde el punto de vista del comercio exterior, puesto que la demanda del sector proviene principalmente del extranjero. Al respecto en 1999 las exportaciones pesqueras alcanzaron los 1.808 millones de dólares FOB, más del 11% de las exportaciones totales y casi el doble de las alcanzadas en 1990.

Las exportaciones pesqueras se registran bajo dos tipos de productos. El primero, corresponde a la pesca extractiva –que incluye principalmente las exportaciones de algas-, rubro que representó en promedio entre 1990 y 1999 el 1,7% de las exportaciones pesqueras nacionales. El segundo grupo incluye productos más industrializados y representa un 98,3% de lo exportado por el sector.

Gráfico 4.7 Exportaciones Pesqueras (MM US\$FOB)



Fuente: Banco Central de Chile.

La composición de los envíos industriales cambió en la década de los noventa, puesto que en 1990 el 42,4% de lo exportado correspondía a harina de pescado y un 36,3% a pescado fresco y congelado, sin embargo en 1999, la harina de pescado representó un 15,7% del total enviado al

exterior y el pescado fresco y congelado alcanzó un 61,9% de participación, tal como lo ilustra el gráfico 4.7.

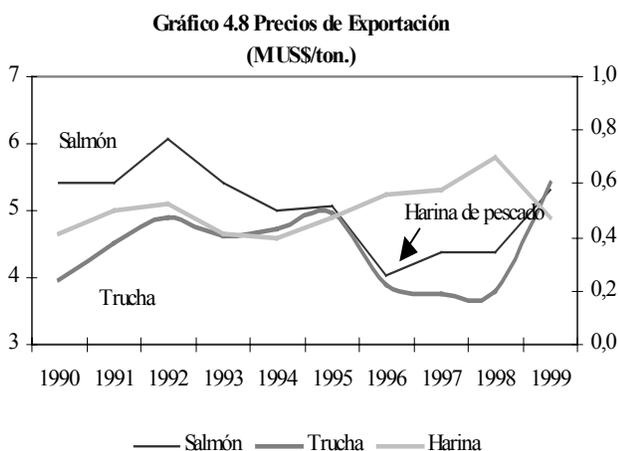
Esto indica que la importancia de las exportaciones de harina de pescado a nivel sectorial ha disminuido, lo que podría deberse a la disminución en la disponibilidad de los recursos pesqueros a partir de los cuales se elabora este producto, destacando especialmente el caso de la anchoveta, el jurel y la sardina común. De hecho, los desembarques de jurel disminuyeron en un 4,7% promedio anual durante el período de análisis, disminución que sustentaría la caída de las exportaciones de harina de pescado.

En particular cabe destacar la evolución de las exportaciones de salmones y truchas, que en 1990 alcanzaron una participación, dentro de las exportaciones de tipo industrial pesquero, de 11 y 1,7% respectivamente, mientras que en 1999 su aporte subió a 35,5 y 10,3% respectivamente. Es así que, las exportaciones de salmones y truchas, crecieron a un ritmo de 24,4 y 36,5% respectivamente como promedio anual entre 1990 y 1999. Lo anterior refleja el crecimiento explosivo que ha tenido el sector acuícola en el país.

### 1.3.4 Precios

La evolución de los precios reales observados para los principales productos exportados del sector pesquero se muestra en el gráfico 4.8. El precio de la harina de pescado registró un aumento del 3,4% promedio anual entre 1990-1999. El nivel de precios para este producto (en moneda de 1998) se ubicó en los 412 dólares FOB por tonelada en 1990, llegando a los 471 dólares FOB por tonelada en 1999. El precio más alto durante este período de análisis se registró en 1998, cuando la tonelada de harina de pescado alcanzó los 697 dólares FOB.

Los precios del salmón y de la trucha aumentaron entre 1990-1999 en un promedio anual de 0,5 y 4,7% respectivamente, y si bien el nivel de precios de los salmones había experimentado una constante caída hasta 1998, debido a la sobre oferta existente en el mercado internacional, se evidencia una recuperación e inclusive un importante crecimiento de éste en el año 1999. Por su parte, los precios de la trucha experimentaron un crecimiento sostenido hasta 1995, año en que se registró una caída del 22%, recuperándose la tendencia en 1998, cuando el nivel de precios creció en un 43%.



Fuente: Banco Central de Chile

### 1.3.5 Inversión

Tal como se ilustra en el cuadro 4.2, entre 1990 y 1994 las inversiones en la industria de la elaboración de pescado, crustáceos y otros productos marinos alcanzaron un monto total de US\$142,4 millones<sup>49</sup>. Paralelamente, la industria de la fabricación de aceite y grasas vegetales y animales –que incluye principalmente a la industria productora de harina y aceite de pescado- registró en el mismo período un total de US\$412,7 millones invertidos<sup>50</sup>. Posteriormente, entre 1995 y 1997, debido a una reclasificación de las actividades económicas descritas por la

CIIU, la actividad industrial del sector pesquero se concentra mayoritariamente en el ítem de la elaboración y conservación de pescado y productos de pescado<sup>51</sup>, rubro que invirtió un total de US\$579,9 millones entre esos años.

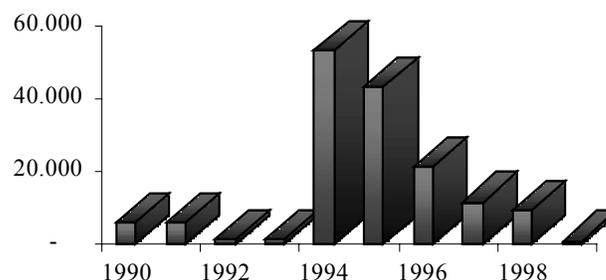
**Cuadro 4.2 Inversiones Registradas por la ENIA (miles de US\$)**

Año	3114	3115	1512
1990	24.708	65.474	
1991	30.534	76.804	
1992	32.416	65.270	
1993	30.768	99.127	
1994	23.924	106.049	
1995			164.217
1996			251.253
1997			164.515
Acum. 90-97	142.350	412.723	579.984

Elaboración: Fundación Terram en base a información del INE.

La evolución de los montos de inversión materializados en pesca y acuicultura registrados por el Comité de Inversiones Extranjeras se ilustran en el gráfico 4.9, el cual permite evidenciar la variabilidad con la que éstas se realizan en Chile.

**Gráfico 4.9 Inversión Extranjera en Pesca y Piscicultura (MM US\$ nominales)**



Fuente: Comité de Inversiones Extranjeras.

**Cuadro 4.3**  
**Inversiones en el SEIA**

Año	EIA				DIA				Total			
	Pesquero		Nacional		Pesquero		Nacional		Pesquero		Nacional	
	Nº	Monto (MM US\$)										
1993	0	0	7	1.056	0	0	0	0	0	0	7	1.056
1994	0	0	21	1.998	0	0	2	139	0	0	23	2.137
1995	0	0	41	6.623	0	0	1	4	0	0	42	6.627
1996	1	2	56	6.392	0	0	0	0	1	2	56	6.392
1997	0	0	46	6.009	16	48	261	2.873	16	48	307	8.882
1998	1	40	58	2.251	32	39	697	4.162	33	80	755	6.413
1999	0	0	49	3.284	43	20	788	2.640	43	20	837	5.923
Total	2	43	278	27.612	91	108	1.749	9.817	93	150	2.027	37.429

Elaboración: Fundación Terram en base a información de CONAMA.

En total, la inversión extranjera en pesca y piscicultura entre 1990 y 1999 alcanzó un valor de US\$154,2 millones. Si bien esta cifra es poco significativa en comparación a otros sectores productivos, como lo son el minero y la industria alimenticia, no por ello es menos relevante. De hecho, la inversión sectorial creció a un ritmo del 372% promedio anual entre 1990-1999, mientras que a nivel nacional la inversión registró un crecimiento de un 27,7% promedio anual entre los mismos años, lo que da cuenta del dinamismo registrado en la inversión sectorial por sobre el nivel nacional.

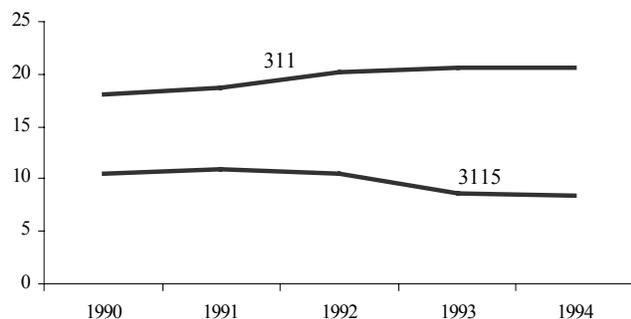
Las inversiones en el sector pesquero medidas a través del SEIA<sup>52</sup> se muestran en el cuadro 4.3 y acumulan un total para el período 1996-1999 de US\$150 millones<sup>53</sup>. Del total de proyectos presentados en el sector pesquero (93), el 56% corresponde a proyectos de cultivo de recursos hidrobiológicos, y el 44% restante son proyectos de plantas procesadoras de recursos marinos. En términos monetarios los primeros aportan sólo el 11,6% del total a invertir, mientras que los segundos declaran invertir el resto, por lo que se detecta un mayor aporte de capital en los proyectos de tipo industrial.

De los 41 proyectos de las plantas procesadoras presentados, 39 corresponden a DIAs y 2 a EIAs<sup>54</sup>, mientras que en el caso de los cultivos la totalidad fue presentada como DIA. Considerando los proyectos de inversión pesquera presentados al SEIA, actualmente un 70% de éstos se encuentran aprobados, incluyendo a los únicos dos EIAs sectoriales presentados ante la CONAMA.

### 1.3.6 Empleo

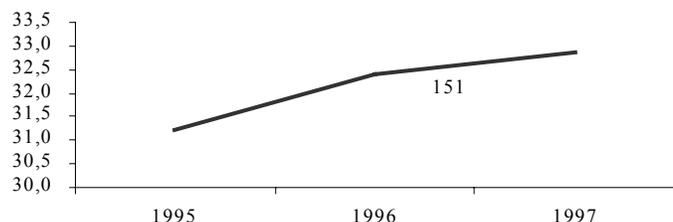
Los gráficos 4.10 y 4.11 ilustran la evolución de la ocupación de mano de obra en la industria relacionada con el sector pesquero. Entre los años 1990-1994 el empleo se incrementó levemente en la industria elaboradora de pescado, crustáceos y otros productos marinos (código 3114 de la CIIU), a una tasa del 3,4% promedio anual. En el caso de la fabricación de aceites y grasas (código 3115) la mano de obra utilizada disminuyó en un promedio anual de 5%. Finalmente entre 1995 y 1997 se observó una leve tendencia al incremento en la ocupación sectorial (código 1512<sup>55</sup>), demandando la actividad pesquera industrial un total de 32.880 empleados durante el año 1997.

Gráfico 4.10 Ocupación de la Industria Pesquera 1990-1994 (M personas)



Fuente: ENIA

Gráfico 4.11 Ocupación de la Industria Pesquera 1995-1997 (M personas)



Fuente: ENIA

Por otra parte, el sector pesquero artesanal en 1993 dio empleo a un total de 31.327 pescadores, cifra que en 1999 alcanzó a los 48.642 pescadores, registrando un incremento de 7,7% promedio anual en el número de personas ocupadas entre ambos años. De esta forma el sector pesquero artesanal da cuenta de un fuerte componente social, puesto que emplea directamente a un número de personas superior al registrado por la industria pesquera en su totalidad.

### 1.3.7 Remuneraciones

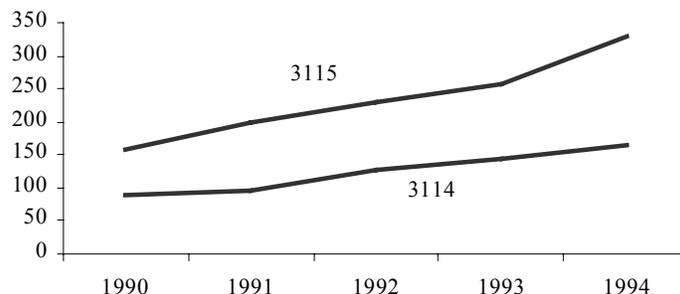
Las remuneraciones en la industria elaboradora de pescado, crustáceos y otros productos marinos alcanzaron en 1990 un total de \$19,5 mil millones. Por su parte, la industria que incluye a la fabricación de aceites y grasas vegetales canceló ese mismo año como remuneraciones un valor de \$19,7 mil millones. Ambos valores se incrementaron paulatinamente hasta 1994 a una tasa promedio anual de 20,5 y 15,2% respectivamente. Finalmente, entre 1995 y 1997 las remuneraciones de la industria pesquera en su totalidad se incrementaron desde \$95,5 mil millones a \$116 mil millones.

Lo anterior significó que los sueldos promedios cancelados por esta industria se incrementaran tanto entre los años 1990-1994 como entre 1995-1997, tal como lo muestran los gráficos 4.12 y 4.13 respectivamente.

### 1.4 Localización

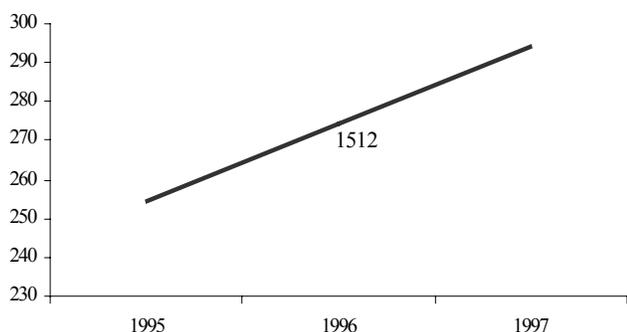
La actividad pesquera se encuentra concentrada en un determinado número de regiones. En el caso de los desembarques totales, los 5,58 millones de toneladas desembarcadas en 1999 se capturaron principalmente en la VIII región representando el

Gráfico 4.12 Remuneraciones Medias en la Industria Pesquera 1990-1994 (M \$/persona)



Fuente: Fundación Terram, en Base a la información de la ENIA

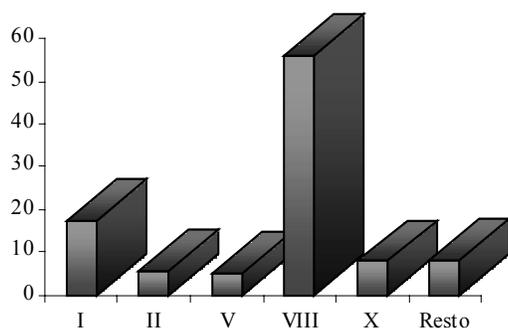
**Gráfico 4.13 Remuneraciones Medias en la Industria Pesquera 1995-1997 (M\$/persona)**



Fuente: Fundación Terram, en base a la información de la ENIA

55,9% del total, y en la I región el 17,5%, tal como lo muestra el gráfico 4.14. Al considerar los desembarques por subsector para el mismo año, esta relación se mantiene ya que el 62,6% del desembarque industrial se originó en la VIII región, y el 22,5% en la I región. Por su parte, los desembarques artesanales se concentraron en la VIII región en un 50%, y en la X en un 18,4%. Finalmente la cosecha de los centros de cultivo se generó en un 79% de la X región y en un 9,6% de la XI región.

**Gráfico 4.14 Desembarque Total 1999 (%)**



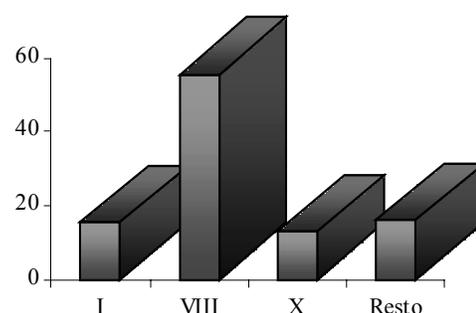
Fuente: SERNAPESCA

El gráfico 4.15 muestra que en la producción industrial también se observa una concentración

de la actividad en un reducido número de regiones. Como es de esperar dados los datos de desembarque, a nivel nacional el 56% de la producción industrial se genera en la VIII región y el 13% en la X región. La VIII región produce el 80% de las conservas, el 63 y 71% de la harina y aceite de pescado respectivamente, y el 21% de los productos congelados, entre otros.

Paralelamente, la X región concentra el 71% de los productos ahumados, el 67% de los fresco-enfriados, y el 55% de los cocidos y congelados, entre otros productos.

**Gráfico 4.15 Producción Industrial Por Región 1999 (Participación%)**



Fuente: SERNAPESCA

## 1.5 Propiedad

Las exportaciones del sector pesquero por empresa se detallan en el cuadro 4.4. En el caso de la harina de pescado en 1991, el 41% del valor de las exportaciones fueron efectuadas por la Pesquera Guanaye S.A., seguida por la Soc. Pesq. Coloso S.A. con un 5,4%. Ese mismo año más del 65% del valor exportado de este producto fue obtenido por 9 empresas. En 1999 diez empresas generaron el 71,4% del valor total exportado de harina de pescado, destacándose la participación de la Pesquera Iquique-Guanaye S.A. con un 13,1%, y de las

**Cuadro 4.4**  
**Principales Empresas Exportadoras**

1991		1999	
Empresas	%	Empresas	%
<b>Harina de Pescado</b>			
Pesquera Guanaye S.A.	40,6	Pesquera Iquique-Guanaye S.A.	13,1
Soc. Pesq. Coloso S.A.	5,4	Alimentos Marinos S.A.	8,4
Pesquera Eperva S.A.	3,8	Pesquera El Golfo S.A.	8,3
Alimentos Marinos S.A.	3,6	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.	7,7
Cía. Pesquera San Pedro	3,2	Empresa Pesquera Eperva S.A.	7,2
<b>Salmones y Truchas</b>			
Pesquera Mares Australes	12,5	Marine Harvest Chile S.A.	5,1
Chisal S.A.	8,3	Pesquera Mares Australes Ltda.	5
Aguas Claras S.A.	7,2	Salmones Tecmar S.A.	4,7
Pesquera Friosur S.A.	3,8	Cía. Pesquera Camanchaca S.A.	4,1
Patagonia Salmon Farming S.A.	3,3	Salmones Mainstream S.A.	3,5

Elaboración: Fundación Terram en base a información de ProChile.

empresas Alimentos Marinos S.A. y Pesquera El Golfo S.A. con un 8,4 y 8,3% respectivamente. El grupo Angelini lidera este sector económico, puesto que es propietario de las empresas Iquique-Guanaye y Eperva.

Al mismo tiempo, en 1991 el 46,2% del valor exportado de salmones y truchas fue aportado por 10 empresas, entre las que se destacan la pesquera Mares Australes con un 12,5% y Chisal S.A. con un 8,3%. En 1999 el 37,9% de los ingresos generados por los envíos al exterior de ambos productos fueron obtenidos por 10 empresas, destacando Marine Harvest Chile S.A. con un 5,1%, y Pesquera Mares Australes Ltda. con un 5%. Esta información permite evidenciar que no existe una concentración del ingreso tan marcada como en el caso de otros sectores económicos.

### 1.6 Distribución del Ingreso

Otro análisis relevante que debe hacerse en torno a la propiedad, corresponde a la distribución del ingreso obtenido en la venta de los productos que ofrece el sector, es decir, qué proporción del

ingreso es asignada a los costos intermedios, al pago de remuneraciones y de impuestos, y a la

depreciación del capital invertido, quedando el resto como excedente de operación de la actividad.

- **Valor Agregado**

En el cuadro 4.5 se presenta la composición del Valor Agregado<sup>56</sup>. Entre 1995 y 1997 la participación del valor agregado en el valor bruto de producción en la industria pesquera en su totalidad –que agrupa tanto la elaboración de productos del mar como la harina de pescado (código 1215 en la nueva revisión de la CIIU)- fue en promedio un 46,2%.

- **Excedente de Operación**

En promedio entre los años 1995 y 1997 el excedente de operación participó de un 57,8% del valor agregado registrado por la industria pesquera (cuadro 4.5), mientras que en la industria manufacturera nacional, el excedente de operación representó en promedio el 53,6% del valor agregado entre estos mismos años.

**Cuadro 4.5**  
**Composición del Valor Agregado en la Industria**

Ítem	1995	1996	1997	Prom.
<b>Código 1215</b>				
VA/VBP	46,8	45,9	45,8	46,2
Excedente de operación/VA	59,3	58,4	55,8	57,8
Remuneraciones/VA	25,2	24,5	25,8	25,2
Depreciación/VA	9,8	11,7	11,7	11,1
Impuesto/VA	5,6	5,5	6,7	6

Elaboración: Fundación Terram en base a información de la ENIA

- **Impuestos**

Un segundo aporte social que realiza una actividad al país corresponde al pago de impuestos efectuados al Fisco. Entre 1995 y 1997 la industria pesquera canceló un 6% de su valor agregado al pago de impuestos, mientras que este mismo ítem alcanzó un 15,2% en el caso de la industria manufacturera nacional. Esto último muestra el bajo aporte social que genera la actividad pesquera en el país desde la perspectiva del pago de impuestos.

## 2. IMPACTO AMBIENTAL

### 2.1 Introducción

La actividad pesquera genera diversos impactos ambientales. Por una parte, para elaborar los distintos productos de la actividad industrial sectorial se han debido incrementar las capturas –principalmente de peces-, lo que ha ido en desmedro de la recuperación de los niveles de stock de biomasa de distintas especies, es decir, se ha producido el agotamiento de algunos de los recursos que sustentan a esta industria. Al mismo tiempo, la extracción artesanal de recursos pesqueros ha provocado la disminución de las

biomasas existentes de algunos recursos bentónicos, tal como se analiza posteriormente.

En segundo lugar, la actividad pesquera ha provocado un deterioro en la calidad de los componentes del medio ambiente, como el aire y el agua en el caso de la elaboración de harina de pescado y, del agua, producto de la actividad acuícola realizada en los lagos del sur de Chile. Esto se traduce en una progresiva degradación de estos componentes, por lo que de no mediar una pronta solución a estas emisiones contaminantes, el país continuará sometido a los severos efectos negativos que esta contaminación genera.

A continuación se revisan los dos efectos mencionados precedentemente, es decir, el agotamiento del recurso y la degradación de los componentes ambientales, en términos cualitativos y cuantitativos. La degradación se analiza tanto en la industria productora de harina y aceite de pescado como en la producción de salmones y truchas, puesto que tal como fue descrito en el primer punto de esta sección, corresponden a las actividades más importantes en términos de divisas para el país y de producción.

### 2.2 Agotamiento

#### 2.2.1 Impactos principales

Las pesquerías en Chile comprenden básicamente 3 tipos especies: pelágicas, demersales y bentónicas (cuadro 4.6). Las especies pelágicas son aquellas que viven en la superficie del mar (0 a 100 metros de profundidad) y que por su carne oscura y el porcentaje de aceite que contienen no son utilizadas para el consumo humano, por lo que se constituyen en la materia prima para la elaboración de harina y aceite de pescado. Estas especies son capturadas principalmente por los barcos industriales y representan la mayor parte de las capturas nacionales. Entre las especies pelágicas más

capturadas en Chile se encuentran el jurel, la anchoveta, la sardina española y la sardina común.

**Cuadro 4.6**  
**Principales Especies por Tipo de Pesquería**

Grupo	Especies
Pelágicas	Anchoveta Jurel Sardina Española Sardina Común
Demersales	Merluza Común Merluza Austral o del Sur Congrio Dorado Bacalao de Profundidad
Bentónicas	Almeja Loco Erizo

Fuente: Subsecretaría de Pesca.

Las especies demersales dependen del fondo marino para realizar parte de sus funciones vitales. Tienen la carne blanca, por lo que se destinan mayoritariamente al consumo humano como productos frescos, congelados o en conservas. En la mayor parte de estas pesquerías coexiste una flota industrial y una artesanal. Entre las principales especies capturadas se incluye la merluza común, de cola y del sur, y el congrio dorado.

Finalmente, las especies bentónicas corresponden a aquellas que viven en íntima relación con el fondo marino e incluyen moluscos, crustáceos, algas y otras especies. Sus capturas son realizadas únicamente por pescadores artesanales y se destinan principalmente a la producción de congelados y conservas.

A la fecha existen pocos estudios que den cuenta del progresivo agotamiento de los recursos pesqueros. Entre éstos destacan el de Gómez-Lobo<sup>57</sup>, el del Banco Central de Chile<sup>58</sup> (mayor detalle de los resultados de este estudio se encuentra en el anexo III, cuadro 3.1) y el

reciente Informe País de la Universidad de Chile<sup>59</sup>.

De estos estudios se concluye que durante la década de los ochenta hubo una importante reducción de los recursos pelágicos, demersales y bentónicos, debido tanto al contexto de cambio climático como a la sobre explotación efectuada sobre los recursos pesqueros que sustenta la industria sectorial.

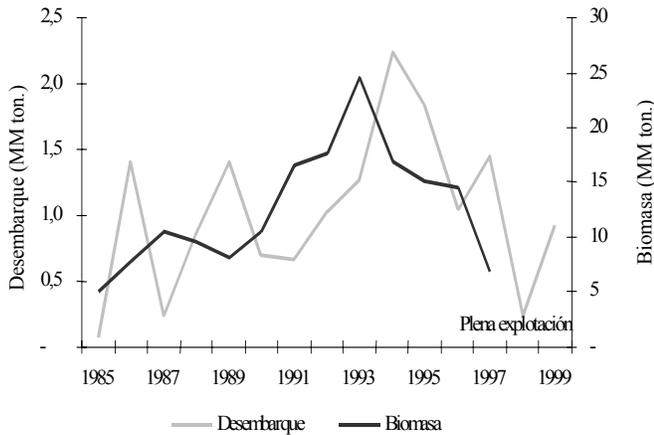
De esta forma, los resultados de estos informes confirman toda duda acerca del estado actual de las principales pesquerías nacionales, dando cuenta de la urgencia con que deben tomarse las medidas para proteger los recursos hidrobiológicos y asegurar así la actividad productiva sectorial en el tiempo. Un breve resumen de las conclusiones derivadas de estos estudios se presenta en el recuadro 3.1 del anexo III.

Por último, cabe señalar que los recursos recién analizados se encuentran sometidos a los regímenes de explotación presentados en el cuadro 3.2 del anexo III, de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura de 1991<sup>60</sup>. Todas aquellas pesquerías no declaradas en Plena Explotación<sup>61</sup>, en Recuperación<sup>62</sup> o en Desarrollo Incipiente<sup>63</sup> quedan sometidas a un régimen general de acceso. Actualmente, existen 2 pesquerías en recuperación, el langostino colorado y amarillo entre la V y VIII regiones; 24 en plena explotación, en donde se incluyen las pesquerías económicamente más importantes para el país; y 2 en desarrollo incipiente, el bacalao de profundidad y el orange roughy.

## 2.2.2 Indicadores

Los gráficos 4.16 a 4.26 ilustran la última información existente en torno a los niveles de stock de biomasa de los principales recursos pesqueros, y también grafican la evolución de los desembarques para cada especie en revisión. De esta forma se tiene una perspectiva global de la explotación a la que han estado sometidos dichos recursos marinos.

Gráfico 4.16 Biomasa y Desembarque de Anchoveta (zona norte)



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e Informe País

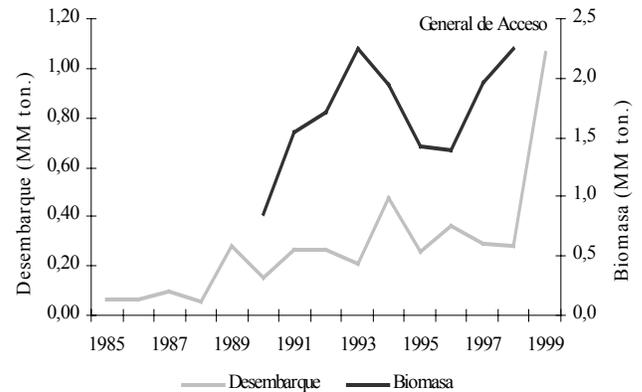
• **Recursos pelágicos**

Se observa en términos generales que la anchoveta -en la zona norte-, el jurel, y la sardina común y española han disminuido notoriamente sus biomazas. La anchoveta en la zona norte, a pesar de haberse recuperado entre los años 1985 y 1993, posteriormente registra una disminución paulatina de su biomasa en más de un 70%. El jurel, luego de haber mantenido su biomasa a niveles bastante constantes, en 1990 comenzó una progresiva disminución de la misma, alcanzando en 1999 un 26% de la biomasa observada en 1990. La sardina común alcanzó en 1995 un máximo en el nivel de su biomasa, pero luego disminuyó a niveles alarmantes, que incluso casi coincidieron con el nivel desembarcado. La sardina española por su parte, registra una disminución de su biomasa desde mediados de la década de los ochenta, y no se observa ninguna mejoría en su nivel, lo que también ha provocado que los desembarques casi coincidan con la biomasa detectada.

Tal como lo muestra el gráfico 4.17 el stock de biomasa total de anchoveta en la zona centro-sur presenta una tendencia creciente, condición que también se aprecia en los niveles del stock desovante, la producción anual de huevos y el

reclutamiento. Asimismo se han extraído anualmente los excedentes de producción del stock en la zona centro-sur, por lo que este recurso se encuentra en plena explotación<sup>64</sup>.

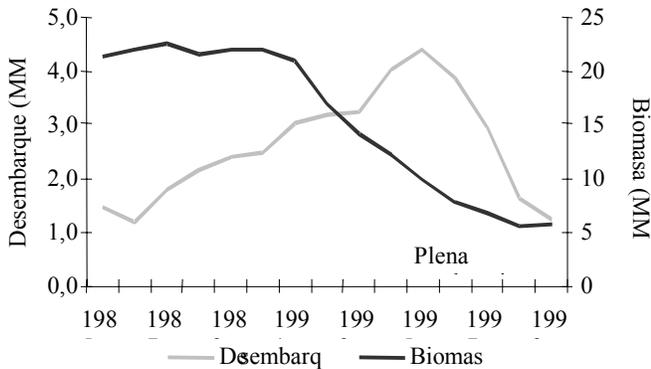
Gráfico 4.17 Biomasa y Desembarque de Anchoveta (zona centro-sur)



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e Informe País

Cabe señalar que de acuerdo a un Informe Técnico de la Subsecretaría de Pesca<sup>65</sup>, el stock de jurel se encuentra deteriorado debido a la menor abundancia de los grupos de edad adulta. De hecho, el stock se encuentra constituido en un 80% por ejemplares inmaduros, dando cuenta de un proceso de juvenilización de la población de jurel. Esta situación permitió que si bien en 1989 se explotaron principalmente individuos entre 24 y 40 cm. de longitud horquilla (lh), en el presente año la explotación se ha sustentado en base a individuos entre 22 a 31 cm lh, en la zona centro sur, e individuos entre 18 a 19 cm lh, en la zona norte. De acuerdo a la Subsecretaría, esto corrobora el diagnóstico de sobre explotación de carácter reproductivo del stock de jurel nacional, basado en la fuerte reducción de su abundancia total, en cuyo contexto, la baja representación de los grupos de edad mayores -correspondientes a la fracción desovante del stock- configura la situación que reviste el mayor riesgo para la renovabilidad de este recurso en el corto y mediano plazo.

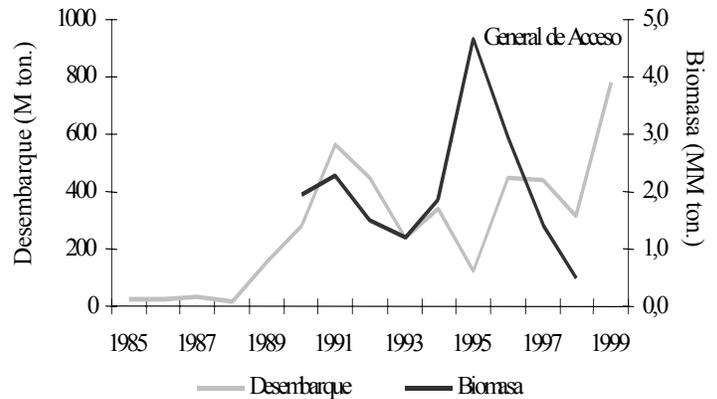
Gráfico 4.18 Biomasa y Desembarque



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e IFOP.

Luego de la evaluación de stock efectuada en 1998 por la Subsecretaría de Pesca, en la que se concluyó que el recurso estaba sobre explotado, se estableció una cuota global de captura anual de 2 millones de toneladas entre la III y X regiones para el año 1999. Adicionalmente, debido a la alta presencia de juveniles en las capturas en todos los puertos de desembarque se aplicaron 5 períodos de veda en dichas regiones, totalizando 267 días de veda, lo cual redujo el desembarque del año pasado a 1,2 millones de toneladas. Posteriormente, y en base a una nueva evaluación del recurso en 1999, se estableció que el recurso continuaba en un estado de sobre explotación, más grave aún que el anterior, ante lo cual la Subsecretaría de Pesca propuso una cuota anual de captura de 800 mil toneladas para el año 2000, propuesta que fue rechazada por el Consejo Nacional de Pesca debido a que “la aplicación de una cuota global reducida para las pesquerías de jurel sin que existan mecanismos para su flexibilización y asignación por armador, agravado por la circunstancia que existe una mucho mayor capacidad de captura que la cuota propuesta, agregará más inconvenientes y generará graves problemas, principalmente a las medianas y pequeñas empresas y al sector laboral en general, lo que es preferible evitar”<sup>66</sup>.

Gráfico 4.19 Biomasa y Desembarque de Sardina Común



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e IFOP.

Con respecto a la biomasa total de sardina común, de acuerdo a la evaluación realizada por el Instituto de Fomento Pesquero-IFOP en 1999<sup>67</sup>, ésta presenta una tendencia general descendente, conjuntamente con el stock desovante, la producción de huevos y el reclutamiento. Por lo que de ser efectiva la notable disminución del stock parental por sobre pesca, se debe recomendar medidas de administración tendientes a proteger un stock desovante mínimo. Además el excedente de producción del stock de sardina común en el período 1995-1998 fue sobrepasado por los desembarques en alrededor de 134 mil toneladas anuales, lo que provocó un descenso sistemático de la abundancia. Lo anterior explica la actual sobre explotación por reclutamiento del recurso en la zona centro-sur.

El cuadro 4.7 resume el número de días de veda biológica aplicado a las especies pelágicas más importantes<sup>68</sup>. Tal como se observa en este cuadro la anchoveta fue sometida a vedas durante toda la década pasada. A diferencia de la situación del jurel, en la cual, las vedas se implementaron sólo entre 1997 y 1999 con una tendencia ascendente en el número de días aplicados, debido a la crisis suscitada en el recurso. La sardina española, por su parte, presenta sólo tres años sin veda biológica.

**Cuadro 4.7**  
**Vedas Biológicas (número de días)**

Año	Anchoveta	Jurel	Sardina Española
1990	133	Sin veda	97
1991	93	Sin veda	Sin veda
1992	136	Sin veda	81
1993	92	Sin veda	67
1994	59	Sin veda	28
1995	157	Sin veda	38
1996	37	Sin veda	21
1997	83	71	Sin veda
1998	169	269	Sin veda
1999	80	300	49

Elaboración: Fundación Terram en base a información de la Subsecretaría de pesca.

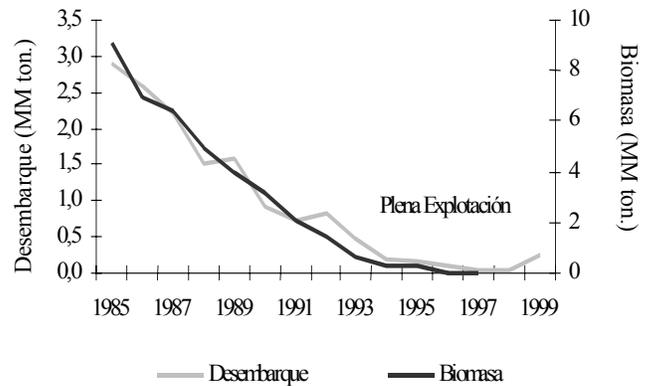
• **Recursos demersales**

En este segundo grupo de especies, se cuenta con información reciente sobre la biomasa de merluza común y austral, congrio dorado y bacalao de profundidad. En términos generales se observa la disminución de la biomasa en todas estas especies demersales, excepto en la merluza común que la ha incrementado progresivamente. Esto último es el resultado de los grandes reclutamientos de merluza común que ingresaron entre los años 1985-1986 y 1993-1995. Sin embargo, a partir del año 1996 hasta 1999 éstos han disminuido sistemáticamente, alcanzando niveles muy bajos, similares a los registrados en la década de los setenta<sup>69</sup>.

La merluza austral registró en el año 1998 un 22,7% de la biomasa estimada para 1985, sin observarse ninguna tendencia a la recuperación de esta especie. De acuerdo a un Informe Técnico<sup>70</sup> de la Subsecretaría de Pesca, la merluza austral al norte del paralelo 41°28,6 LS se encuentra en régimen general de acceso, mientras que al sur de este paralelo se han establecido cuotas globales anuales de captura

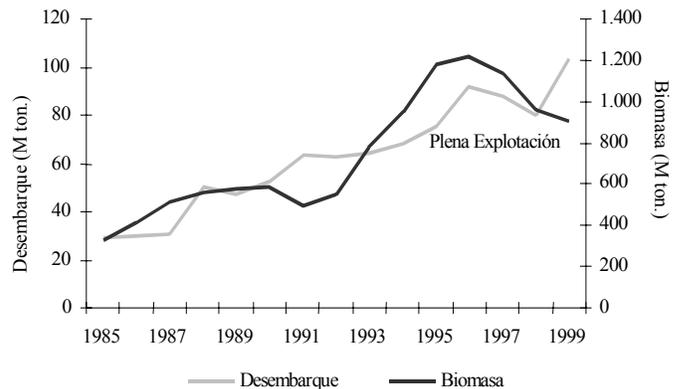
para el recurso. Al respecto, en opinión de la Subsecretaría de Pesca los desembarques de merluza austral efectuados al norte de dicho paralelo sobrepasaron de manera significativa los niveles recomendados de conservación y sustentabilidad de

**Gráfico 4.20 Biomasa y Desembarque de Sardina Española**



la pesquería durante 1999 y en el presente año, aumentando significativamente el riesgo de empeorar el nivel de sobre explotación del recurso.

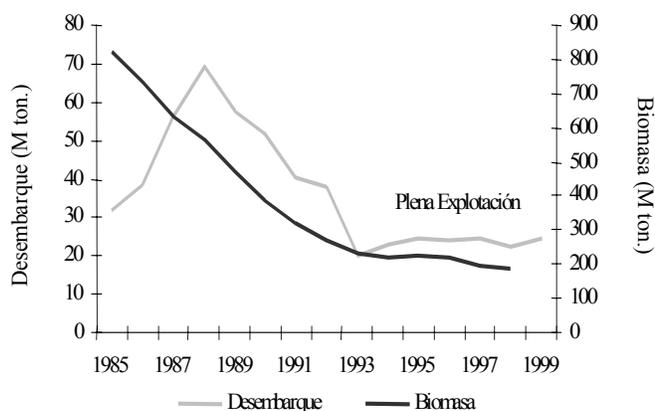
**Gráfico 4.21 Biomasa y Desembarque de Merluza Común**



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e Informe País.

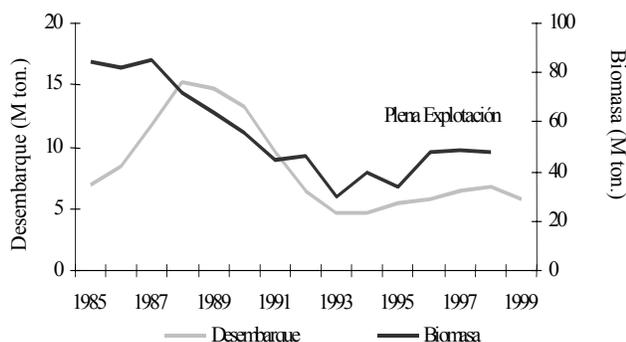
Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e IFOP.

Gráfico 4.22 Biomasa y Desembarque de Merluza Austral



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e IFOP

Gráfico 4.23 Biomasa y Desembarque de Congrio Dorado



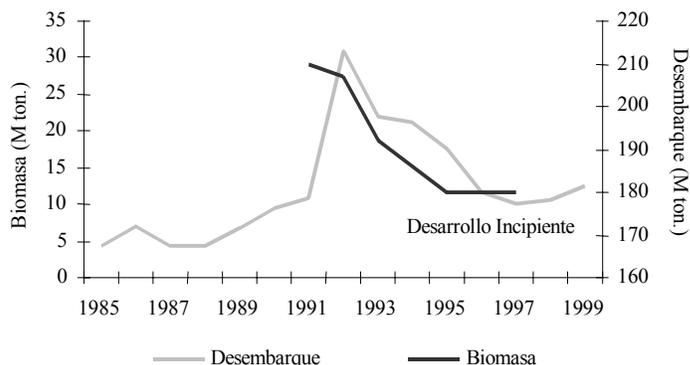
Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e IFOP

De acuerdo al mismo informe, la biomasa del stock de merluza del sur se reduce rápidamente desde mediados de los años 80 hasta 1994, para posteriormente registrar una leve recuperación y una estabilización. Esto se debe a que las capturas superaron significativamente los excedentes productivos, hasta que a partir de 1993, debido a una reducción significativa de la flota autorizada y a la fijación de cuotas más restrictivas, los desembarques se estabilizan.

Para contrarrestar esta situación, a fines de 1999 se recomendó establecer una captura total permisible para la merluza del sur de 23 mil toneladas. No obstante, el Consejo Nacional de Pesca optó por un nivel de mayor riesgo y aprobó una cuota global anual de 24 mil toneladas. Según la Subsecretaría, cualquier tasa anual de remoción por sobre dicho nivel pondría en riesgo los objetivos de manejo y conservación de la especie.

Por su parte, el congrio dorado ha disminuido su biomasa desde 1987, recuperándose en cierto grado entre 1996 y 1998. Al mismo tiempo, tanto en el caso de la merluza del sur como del congrio dorado el mayor desembarque en la zona sur exterior dirigida a ambas especies significó que la cuota de captura se completara prácticamente en el mes de julio, y en la zona norte exterior en el mes de septiembre. Esta tendencia a terminar las cuotas de capturas de ambas especies cada vez con mayor antelación que en años anteriores es una característica que se observa entre los años 1997 y 1999<sup>71</sup>. Lo anterior ha llevado a que en el caso del congrio dorado exista una sobre pesca, a pesar que los principales indicadores biológico-pesqueros y del stock indican una estabilización con una leve tendencia a la recuperación entre los años 1993-1998<sup>72</sup>.

Gráfico 4.24 Biomasa y Desembarque de Bacalao de Profundidad



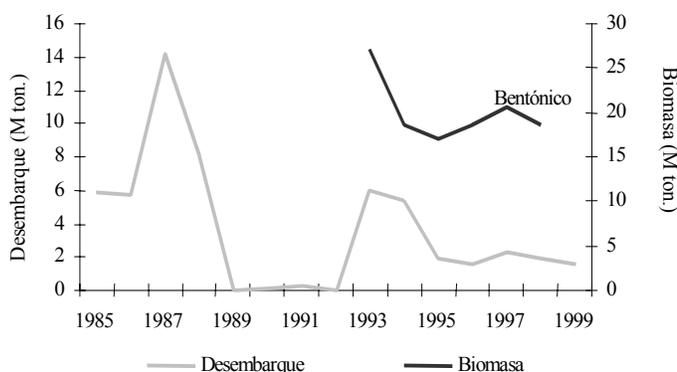
Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e Informe País

Al mismo tiempo, si bien para el bacalao de profundidad sólo se cuentan con antecedentes para el período comprendido entre los años 1991 y 1997, también se registra en esta especie un deterioro en el nivel de su biomasa.

• **Recursos bentónicos**

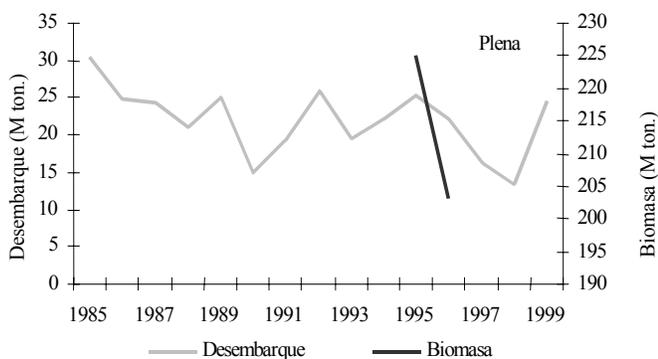
Con respecto a las especies bentónicas sólo se cuenta con antecedentes puntuales para el loco y el erizo. En el caso del primero su biomasa disminuyó en un 37,4% entre los años 1993 y 1995, para posteriormente recuperarse levemente. Los datos existentes para el erizo no permiten hacer un análisis consistente.

Gráfico 4.25 Biomasa y Desembarque de Loco



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e Informe País.

Gráfico 4.26 Biomasa y Desembarque de Erizo



Elaboración: Fundación Terram en base a información de SERNAPESCA e Informe País.

**2.2.3 Valoración económica**

En este punto se estima la importancia económica, tanto de la pérdida de capital natural por disminución de la biomasa pesquera, como del aumento de dicho capital por el incremento en el nivel de la biomasa del recurso. Para ello se calcula la importancia relativa de estas variables sobre el PIB del sector pesquero.

Para determinar la depreciación y apreciación de los recursos marinos y ajustar con esta información el PIB sectorial, debe primero estimarse el Precio Neto final<sup>73</sup> del recurso y luego aplicar este precio a la variación anual del stock de las biomazas respectivas.

El cálculo del precio neto incluye tanto la valoración del recurso en sí<sup>74</sup>, como el costo alternativo debido al capital invertido en el sector<sup>75</sup>. El precio neto, en moneda del año 1998, se muestra en el cuadro 4.8, del cual se concluye que éste se ha incrementado entre los años 1985 y 1998.

Cuadro 4.8

Precio Neto final de la Pesca Extractiva (\$ de 1998/ton.)

Año	Precio Neto
1985	9.950
1986	9.820
1987	12.387
1988	11.859
1989	10.780
1990	14.230
1991	13.798
1992	14.967
1993	16.917
1994	15.190
1995	17.897
1996	21.423
1997	26.613
1998	45.380

Elaboración: Fundación Terram en base a información del Banco central y de SUBPESCA

Finalmente para calcular la depreciación o apreciación del recurso, el precio neto final calculado anteriormente se aplica sobre la variación del stock de biomazas de las distintas especies<sup>76</sup> (cuadro 4.9). Al restar este valor del PIB tradicional calculado por el Banco Central de Chile se obtiene el PIB verde del sector.

**Cuadro 4.9**  
**Resultados de la**  
**Apreciación/Depreciación del Recurso**  
**(millones de \$ de 1998)**

Año	Depreciación
1985	11.917
1986	16.495
1987	-16.366
1988	-12.440
1989	18.368
1990	46.958
1991	-6.075
1992	50.761
1993	-94.439
1994	-31.111
1995	-18.500
1996	-102.457
1997	-117.420
1998	-953

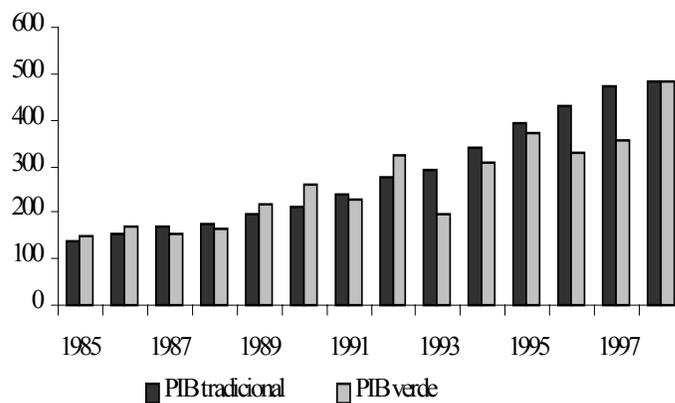
Elaboración: Fundación Terram en base a información de la SUBPESCA, IFOP y del cuadro 4.8.

El gráfico 4.27 ilustra la evolución del PIB tradicional y del PIB verde para el período comprendido entre los años 1985 y 1998. Se observa que si bien el PIB tradicional ha registrado un incremento progresivo a través de los años, el PIB verde no se ha comportado de igual manera. En los años 1987, 1988, 1991, y 1993 a 1997 el PIB tradicional supera al PIB verde, es decir, la contabilidad del sistema tradicional de cuentas nacionales sobre estima el valor de este indicador económico, puesto que en realidad debido al deterioro del capital natural medido como una disminución del stock de biomasa de los recursos el PIB tradicional es inferior al estimado. Se destacan en particular los

años 1993, 1996 y 1997, cuando el PIB verde es significativamente inferior al PIB tradicional calculado.

Al determinar el valor de la apreciación o depreciación anual del recurso, el resultado es negativo tanto para el período 1985-1998 (-\$134 mil millones de 1998 equivalentes a -US\$292 millones del mismo año) como para el período 1990-1998 (-\$224 mil millones de 1998 o -US\$487 millones del mismo año). Lo cual indica que en términos globales durante ambos períodos hubo una depreciación neta del recurso, es decir, la depreciación superó a la apreciación del mismo.

**Gráfico 4.27 PIB Tradicional y PIB Verde**  
**(miles de MMS1998)**



Elaboración: Fundación Terram en base a información de la Subsecretaría de Pesca, IFOP y del cuadro 4.8.

Finalmente, es importante variar algunos de los parámetros utilizados en esta estimación para sensibilizar los resultados obtenidos, y de esta forma analizar los resultados dentro de un rango superior al utilizado en este primer análisis. En el cuadro 3.3 del anexo III se puede revisar este análisis.

## **2.3 Degradación**

### **2.3.1 Impactos principales**

El impacto ambiental desde el punto de vista de la degradación se refiere al deterioro de los componentes del medio ambiente producto de la actividad asociada al sector pesquero. En particular destaca el caso de la emisión de contaminantes por parte de la industria productora de harina de pescado y de la actividad acuícola.

La harina de pescado es el producto sólido que se obtiene como resultado de eliminar la mayor parte del agua y algo o todo el aceite del pescado desembarcado. El proceso industrial comienza con la descarga de la captura a pozos de alimentación mediante bombas centrífugas o de vacío. Esta descarga permanece durante un tiempo variable almacenada en dichos pozos, dependiendo de la demanda del proceso industrial. Posteriormente, el pescado es llevado a un sistema de cocción a una temperatura y presión determinada. Finalmente el pescado es prensado para eliminar el agua y es secado hasta un nivel de humedad inferior al 8%.

Entre los principales impactos derivados de la actividad elaboradora de harina y aceite de pescado se encuentra la contaminación gaseosa generada tanto en la etapa de transporte del pescado hacia la industria como durante la etapa de secado. Al mismo tiempo existe una importante emisión de contaminantes líquidos que incluye las aguas utilizadas en el proceso de descarga de la captura desde los barcos a los pozos de almacenamiento; las aguas provenientes del enfriamiento, concentración, secado y desodorización de la harina; y las aguas de aseo del proceso industrial<sup>77</sup>.

Por su parte la actividad acuícola consiste, en términos generales, en hacer crecer peces

confinados en jaulas, los cuales una vez que alcanzan el estado adulto son cosechados. Posteriormente se les procesa, eliminando sus vísceras, espinas y cabeza, para comercializarlos, principalmente en el mercado externo, como productos congelados o fresco-enfriados.

En el caso de la industria acuícola la contaminación ambiental se genera tanto durante el cultivo de los peces como durante el procesamiento de éstos. En la fase de cultivo, el alimento residual no ingerido por los peces, así como el alimento ingerido no asimilado por los mismos, se deposita en el fondo del hábitat en donde se desarrolla el cultivo, generándose emisiones contaminantes de nitrógeno, fósforo, y sedimentos. En segundo lugar, durante el proceso industrial, se generan residuos sólidos -que incluyen cabeza, vísceras y espinazo de los pescados procesados<sup>78</sup>.

Otros efectos derivados de la actividad acuícola en Chile se describen en el estudio de Claude *et al.*<sup>79</sup> Entre éstos, los impactos provocados por el escape del salmón cultivado, puesto que se han registrado hasta cuatro millones de salmones que han escapado de sus jaulas, generando un fuerte impacto sobre la fauna local al competir por alimento común y espacio, alterar la solidez genética y producir enfermedades en los salmones silvestres. Otro impacto se deriva del uso de biocidas y antibióticos para prevenir enfermedades, ya que dichos químicos no sólo llegan a los peces enfermos sino que también a los sanos, creando a la vez resistencia a futuros medicamentos. Al mismo tiempo la importación de ovas para iniciar el proceso productivo en los centros de cultivo representa una de las vías de entrada de enfermedades a las especies salmonídeas, las cuales podrían eventualmente traspasarse a la ictiofauna local. Otros impactos se relacionan con la mortalidad de aves y mamíferos marinos; la transformación del paisaje; y el uso y disponibilidad del borde costero.

Un resumen con los principales impactos ambientales que provocan los distintos contaminantes emitidos por la industria reductora y por los centros de cultivo

se muestra en los cuadros 4.10 y 4.11 respectivamente.

**Cuadro 4.10**  
**Impactos Ambientales de la Industria Reductora**

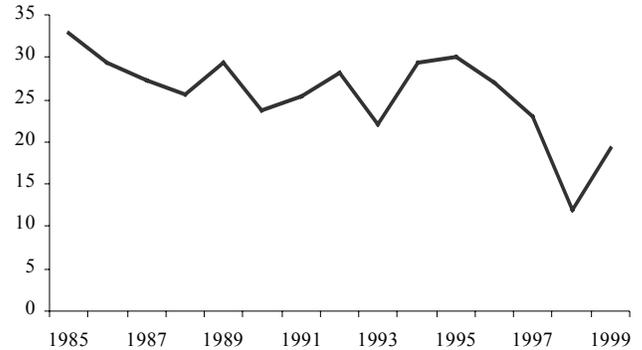
Tipo de impacto	Factor afectado	Efecto
DBO <sub>5</sub>	Aguas superficiales costeras	Incorporación de materiales orgánicos que inducen al crecimiento de bacterias y algas desplazando los equilibrios biológicos.
Aceites y Grasas	Aguas superficiales costeras	Incorporación de material orgánico insoluble.
Acido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	Aire	Olor.
Trimetilamina (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	Aire	Olor.

Fuente: PRIEN (1996)

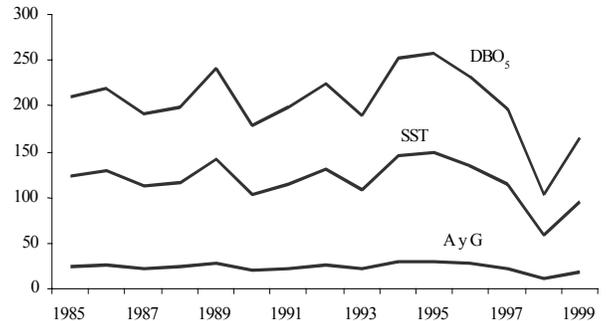
### 2.3.2 Indicadores

La evolución de la emisión de contaminantes gaseosos y líquidos en la industria elaboradora de harina y aceite de pescado se ilustra en los gráficos 4.28 y 4.29 respectivamente. De acuerdo al primero las emisiones gaseosas han disminuido paulatinamente de las 32,8 mil toneladas registradas en 1985 a 19,2 mil en 1999, lo cual se debe tanto a la disminución en la producción de harina como a la introducción de mejoras tecnológicas por parte de las empresas. Esta estimación se realizó sobre la base del estudio elaborado por el Programa de Investigaciones en Energía-PRIEN de la Universidad de Chile, en el cual se determinaron los coeficientes técnicos para la contaminación atmosférica del sector entre los años 1985-1993<sup>80</sup>.

**Gráfico 4.28 Emisiones Atmosféricas de la Industria Reductora (ton.)**



**Gráfico 4.29 Emisiones de Riles de la Industria Reductora (ton.)**



Elaboración: Terram, en base a información PRIEM y Subsecretaría de Pesca

Elaboración: Terram, en base a información PRIEM y Subsecretaría de Pesca

En segundo lugar, las emisiones de contaminantes líquidos en la industria productora de harina y aceite de pescado, medidas a través de las emisiones de sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), y aceites y grasas (A y G) disminuyen, particularmente desde 1996 a 1998, para luego recuperarse en 1999, tal como se ilustra en el gráfico 4.29. De esta forma las 123,2 mil toneladas de SST emitidas en 1985 se redujeron a 95,3 mil en 1999, mientras que la DBO<sub>5</sub> se redujo de 209,3 mil toneladas a 165,2 mil entre los mismos

**Cuadro 4.11**  
**Tipología de Impactos Ambientales de la Actividad Acuícola**

Tipo de impacto	Efecto	Causas
Físico  Químico Biológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eutroficación de columnas de agua.</li>   <li>• Modificación de la productividad primaria y en el zooplancton.</li>   <li>• Cambios en sedimentos y comunidades de fondo.</li>   <li>• Transmisión de enfermedades a fauna silvestre y potencialmente al ser humano.</li> </ul>	<p>Emisión de nutrientes como son el fósforo (P) y el nitrógeno (N), los cuales son vertidos al ambiente vía alimento para los peces que no es digerido y por las fecas. Lo anterior tiene impactos en la productividad primaria y cambia la composición de sedimentos en los fondos.</p> <p>La transmisión de enfermedades se produce por tres vías: escapes de salmonídeos de sus jaulas produciendo mezclas con especies nativas; uso de antibióticos en los centros de cultivo y la introducción de especies exóticas importadas de otros países.</p>
Estéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios paisajísticos en zonas costeras marinas y lagos</li> </ul>	<p>El auge de la industria ha significado la ocupación de importantes zonas costeras con balsas jaula para el cultivo de salmonídeos que han tendido a disminuir el atractivo del entorno. La faena productiva de esta industria implica tráfico de camiones, muerte de especies nativas, residuos de agua sangre, instalaciones estéticamente inapropiadas, cambio en la transparencia de las aguas, todo lo cual es abiertamente una desvalorización estética del paisaje.</p>

Fuente: Weber, 1997; Soto, 1996; Valdés et al., 1995 y López y Buschmann, 1991; todos citados de Claude et al. (2000).

años. Con respecto a los aceites y grasas, en 1985 se emitieron 24,6 mil toneladas, cifra que en 1999 disminuyó a 19 mil toneladas.

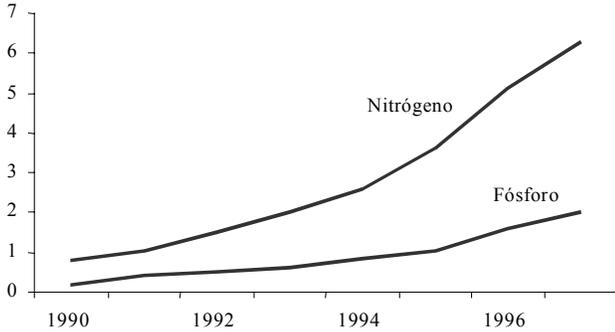
De acuerdo a las estimaciones del PRIEN, las cifras indican que la norma existente en Chile fue sobrepasada ampliamente para los tres contaminantes líquidos considerados durante el período 1985-1993. En 1993 la norma de SST fue superada 8,8 veces, la de DBO<sub>5</sub> 6,1 veces y la de aceites y grasas 4,2 veces.

La contaminación en el sector acuícola se mide en base a las emisiones de fósforo y nitrógeno que generan los cultivos de salmónidos, por ser el

rubro productivo más importante dentro de la actividad desarrollada en los centros de cultivo del país. La evolución a través del tiempo de estos contaminantes se ha comportado de manera creciente dado el importante incremento que ha tenido la producción del sector, tal como se ilustra en el gráfico 4.30. El mayor aumento se registra para el nitrógeno, alcanzando en el año 1997 más de 6.000

toneladas, mientras que el fósforo, con un crecimiento más lento, alcanza ese mismo año las casi 2.000 toneladas.

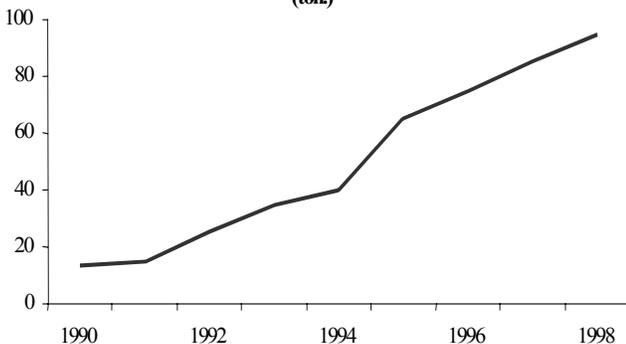
Gráfico 4.30 Contaminantes Emitidos por la Industria Acuícola (ton.)



Fuente: Claude et al. (2000).

Otro impacto de la industria salmonera se deriva del uso de biocidas y antibióticos con el fin de eliminar o reducir la aparición de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias. En 1990 la industria salmonera utilizó alrededor de 13 toneladas de antibióticos, cifra que en 1998 alcanzó las casi 100 toneladas (gráfico 4.31).

Gráfico 4.31 Consumo Total de Antibióticos (ton.)

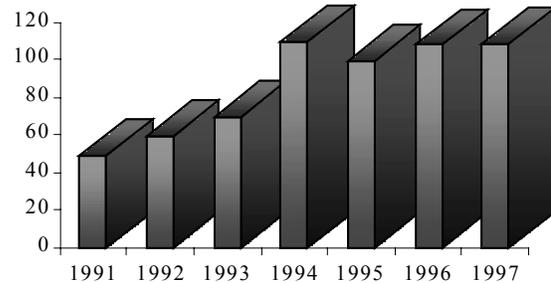


Fuente: Claude et al. (2000).

La importación de ovas también es otro factor que genera un impacto negativo puesto que junto a ellas se introducen enfermedades exóticas que afectan a las especies salmonídeas y que

eventualmente pueden afectar a la fauna local. Al respecto, si bien la importación de ovas por tonelada de salmón cosechada ha disminuido notoriamente entre los años 1991 y 1997, la importación absoluta de ovas sigue siendo significativa, tal como se muestra en el gráfico 4.32<sup>81</sup>.

Gráfico 4.35 Importación de Ovas (miles de MM)



Fuente: Claude et al. (2000).

### 2.3.3 Valoración económica

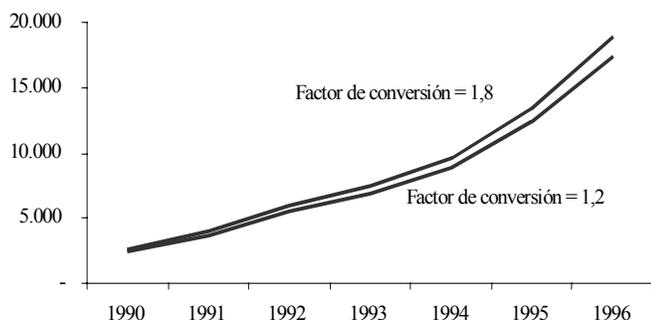
Existen pocos estudios que aborden la valoración económica de los impactos anteriormente descritos. Para el caso de la harina y aceite de pescado, en el estudio del PRIEN se estimó el costo requerido para implementar un sistema de secado indirecto con lavado de gases, de tal forma de eliminar la emisión de olores que la industria reductora genera a la atmósfera y así cumplir con la norma existente. De acuerdo a estas estimaciones el costo de mitigación varía entre US\$15,8 millones para el año 1985 y US\$8,6 millones en 1993.

El mismo estudio estimó el costo de implementar un sistema de bombas de vacío que permitiera cumplir con la norma respectiva para disminuir la cantidad de riles emitida al medio acuático. Esto se tradujo en un costo que varió entre US\$15,6 millones en 1985 y US\$16,8 millones en 1993.

Lo anterior permitió a los investigadores determinar el costo aproximado por tonelada producida para disminuir estos contaminantes, alcanzando en forma total al año 1985 un valor de US\$24 por tonelada, mientras que en 1993 este valor llegó a los US\$18 por tonelada, es decir, una reducción del 25%.

En el caso de la industria acuícola el estudio realizado por Claude *et al.*<sup>82</sup> estimó que el costo de mitigación de las emisiones de fósforo y nitrógeno se incrementaron gradualmente entre los años 1990 y 1996, tal como lo presenta el gráfico 4.33. Este costo de mitigación (en moneda de 1998) alcanzó en 1990 un valor entre \$2,4 y \$2,6 mil millones, y en 1996 superó los \$17,4 y \$18,9 mil millones según el factor de conversión<sup>83</sup> utilizado en el cálculo. El estudio del PRIEN anteriormente mencionado, a través de otra metodología, estimó este costo para 1987 en US\$9,2 millones y para 1992 en US\$27 millones.

**Gráfico 4.33 Costos de Mitigación según Factor de Conversión (MM\$1998)**

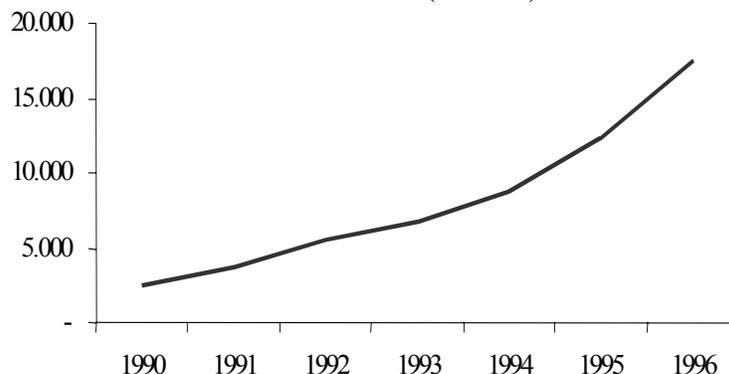


Fuente: Claude *et al.* (2000).

Una vez determinado el costo de mitigación, éste puede descontarse al PIB tradicional calculado para el sector acuícola, obteniendo entonces el PIB verde subsectorial. Los resultados del estudio de Claude *et al.* indican que si bien el PIB tradicional aumentó 2 veces entre 1990 y 1996, el PIB verde lo hizo 1,9 veces. No obstante la Brecha Ambiental –entendida como la diferencia

entre el PIB tradicional y el PIB verde- fue 3,2 veces mayor en igual período (gráfico 4.34).

**Gráfico 4.34 Brecha Ambiental (MM\$ 1998)**



Fuente: Claude *et al.* (2000).

### 3. CONCLUSIONES

De los distintos puntos analizados en la primera sección de este capítulo se concluye que la actividad pesquera tuvo un importante desarrollo económico en Chile durante la década de los noventa. El PIB de la pesca extractiva alcanzó en 1999 un total de \$493,8 mil millones (en moneda de 1998) superando el doble del valor alcanzado en 1990, cifra que se duplica al considerar las actividades industriales asociadas al sector pesquero.

El sector pesquero industrial elaboró en 1990 un total de 1,47 millones de toneladas de producto, llegando en 1999 a los 1,64 millones de toneladas. Un 68% de este producto fue aportado por la harina de pescado, seguido de la producción de aceite, congelados y conservas. Paralelamente, para abastecer este desarrollo de la industria elaboradora, los desembarques sectoriales debieron incrementarse. Es así como los 5,4 millones de toneladas desembarcadas en 1990 aumentaron a más de 8 millones en 1994 y a 5,5 millones en 1999.

Este desarrollo económico ha provocado varias consecuencias negativas en los recursos pesqueros y

en los componentes del medio ambiente involucrados en el desarrollo de estas actividades, como el aire, el agua y la biodiversidad. Un número importante de especies ha estado sometida a sobre explotación, situación que ha llevado a reducir a niveles alarmantes su stock de biomasa. Destaca la actual crisis que vive la pesquería del jurel, segunda especie más capturada a nivel nacional.

Lo anterior ha generado una disminución del capital natural de los recursos pesqueros, que se refleja económicamente en una disminución del PIB tradicionalmente calculado por el Banco Central de Chile. De acuerdo al análisis realizado en este documento el valor de dicha pérdida supera los \$224 mil millones (en moneda de 1998 equivalente a US\$487 millones del mismo año) para el período comprendido entre 1990 y 1998 inclusive, lo que es equivalente al 50% del PIB de 1999.

Por otra parte la industria pesquera, en especial la elaboradora de harina y aceite de pescado, así como la actividad desarrollada por los centros de cultivo en el sur de Chile, han generado distintos impactos sobre los recursos genéricos del medio ambiente. Las emisiones atmosféricas y líquidas de la primera han disminuido en términos absolutos y relativos, sin embargo aún siguen siendo significativas. En el caso de la segunda actividad, analizada en base a la salmonicultura, las emisiones de nitrógeno y fósforo se han incrementado progresivamente.

Lo anterior significa que para mitigar la emisión de olores y parte de los residuos líquidos generados por la actividad elaboradora de harina y aceite de pescado y así cumplir con la norma, las inversiones necesarias en el año 1985 son del orden de US\$31 millones y en 1993 de US\$25 millones.

Paralelamente, en la industria acuícola la mitigación de las emisiones de nitrógeno y fósforo

alcanzó un monto entre \$2,4 y \$2,6 mil millones (en moneda de 1998) en 1990, y en 1996 superó los \$17,4 y \$18,9 mil millones (en moneda de 1998) según el factor de conversión utilizado. De esta forma el PIB tradicional aumentó 2 veces entre 1990 y 1996 y el PIB verde lo hizo 1,9 veces, no obstante la Brecha Ambiental –entendida como la diferencia entre el PIB tradicional y el PIB verde- fue 3,2 veces superior en igual período.

Lo anterior implica que la sociedad en su conjunto ha asumido las externalidades negativas de ambas industrias, puesto que no se ha implementado una estrategia que permita asegurar en el corto plazo la sustentabilidad del medio natural involucrado en dichas actividades.

Estos efectos no son poco significativos, puesto que atentan no sólo contra el medio ambiente, sino que también contra la sustentabilidad de esta actividad en el tiempo. Esto se debe a que si bien los recursos pesqueros se clasifican como recursos naturales renovables, sólo un uso racional de los mismos puede asegurar dicho concepto.

## V. SECTOR FORESTAL

### RESUMEN

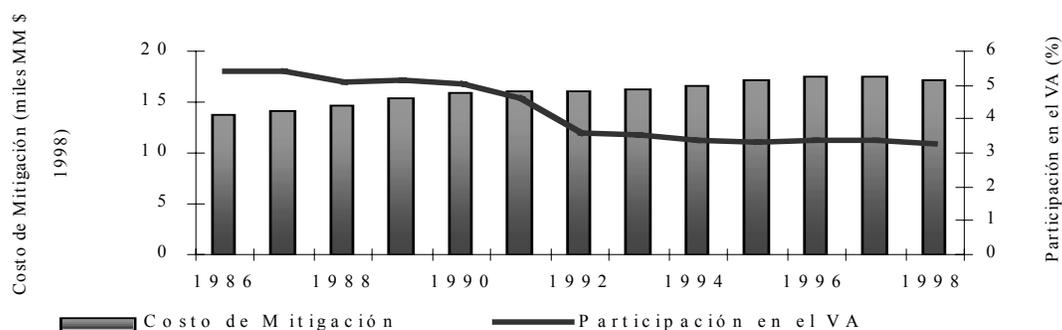
La actividad forestal presentó un importante crecimiento económico durante la década de los noventa. Entre el período 1993-1999 su producción se incrementó en un 4% promedio anual, mientras que las exportaciones forestales crecieron a una tasa promedio anual de 11,8%.

El sector forestal representa del orden de un 3% del PIB, alcanzando en 1998 un PIB sectorial de \$951 mil millones. Consecuentemente el consumo de madera creció en un 5,6% promedio anual y la industria productora de pulpa química fue la que mostró un mayor dinamismo.

Como contraparte ambiental del crecimiento del sector, el recurso natural ha estado sometido a diferentes presiones, las que han llevado a que el bosque nativo se encuentre en una situación crítica, tanto por la disminución en superficie como por el deterioro en calidad debido a su mal manejo. De acuerdo al análisis realizado en este estudio, se concluye que los costos asociados a esta pérdida del bosque nativo representa entre un 42% y 295% del PIB forestal en 1998.

Adicionalmente, las emisiones generadas por la industria de la celulosa han deteriorado la calidad del aire y de las aguas y, si bien se han realizado mejoras tecnológicas, éstas aún no permiten contrarrestar el daño provocado al medio ambiente y a la salud de las personas. Se calcula que entre 1986 y 1998 el costo de mitigar la contaminación atmosférica y líquida de la industria de la celulosa alcanzó los US\$1.186 millones. El Bosque nativo es un ecosistema que ofrece un flujo de bienes y servicios, tanto al ser humano, como al resto de las especies de animales y plantas. No contemplar adecuadamente los beneficios y costos de explotar el bosque nos entrega una percepción equívoca del desempeño económico del país y puede significar un riesgo potencial enorme al desarrollo económico del país.

Costos de Mitigación en la Industria de la Celulosa



## **1. DESEMPEÑO ECONÓMICO**

*Fabricación de papel y productos de papel, imprentas y editoriales (código 34)*<sup>85</sup>.

### **1.1 Historia**

Durante los años setenta, continuando con el impulso dado a la actividad forestal en la década anterior, se introdujeron una serie de medidas que permitieron incrementar la participación de este sector en la actividad productiva nacional. De esta forma, en 1971 se organizó la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para asumir la tarea de manejo y explotación de los recursos forestales y en 1974 se promulgó el Decreto Ley 701 sobre fomento forestal, el cual estableció bonificaciones estatales para las actividades de forestación, efectuadas por particulares, gatillando así las plantaciones del recurso.

A partir del segundo quinquenio de los ochenta el rubro forestal se expande, debido, en gran parte, a un aumento en la inversión sectorial y a las medidas establecidas por el gobierno para fomentar las exportaciones. Esto permitió que este sector se convirtiera en uno de los principales pilares productivos de la última década.

### **1.2 Caracterización del Sector Económico**

El sector forestal incluye tanto las actividades agroforestales o tareas del bosque, como las faenas de transformación asociadas a la industria, por lo que se encuentra clasificado en varias divisiones de la CIIU.

Entre las faenas realizadas en el bosque se incluyen la actividad *Silvícola* (código 1210 de la CIIU) y la *Extracción de madera* (código 1220)<sup>84</sup>. A su vez, la actividad industrial relacionada con el sector forestal abarca tanto la *Industria de la madera, incluidos muebles* (código 33), como la

Otra clasificación es la utilizada por el Instituto Forestal-INFOFOR, que ordena las actividades del sector forestal de acuerdo a la Clasificación de Actividades Económicas Forestales (CAEF)<sup>86</sup> y comprende las siguientes actividades: *Silvicultura y extracción; Manufactura forestal primaria; Manufactura forestal secundaria; Manufactura forestal terciaria; Servicios forestales y Construcción*<sup>87</sup>.

Al igual que en el caso pesquero cabe mencionar que los distintos organismos e instituciones que manejan estadísticas sobre el sector forestal agrupan a su conveniencia los subsectores anteriormente descritos, por lo que en cada punto de análisis se hace referencia expresa a éstos, para no llevar a confusión.

### **1.3 Importancia del Sector en la Economía**

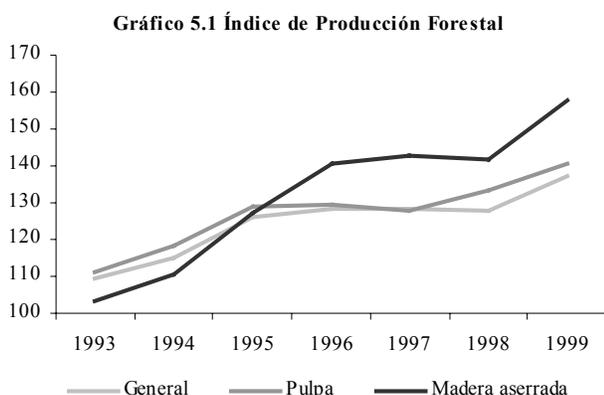
#### **1.3.1 Valor Agregado**

Durante el período comprendido entre los años 1990-1998 inclusive, el Producto Interno Bruto (PIB) del sector forestal<sup>88</sup> creció a una tasa del 5% promedio anual, alcanzando en 1998 los \$951 mil millones (en moneda de 1998), representando del orden de un 3% promedio del PIB total nacional entre 1990 y 1998.

A nivel sectorial en 1998 la industria de muebles, pulpa y papel representó el 55%, aumentando su aporte relativo en el sector desde 1990. Entre 1990-1998 el aumento de la participación de la producción de muebles, pulpa y papel sobre el PIB sectorial, se efectuó a una tasa promedio anual de 6,9%, mientras que la industria de la madera y la actividad silvícola y extractiva crecieron a una tasa promedio anual del 4,6 y 1,2% respectivamente. La razón principal es la creciente importancia de la industria de muebles, pulpa y papel.

### 1.3.2 Producción

Para sustentar la evolución observada en las exportaciones forestales, la producción nacional sectorial ha debido aumentar su nivel de actividad, tal como lo muestra el gráfico 5.1, en donde se observa el Índice de Producción Forestal<sup>89</sup> estimado para el período 1993-1999. Este índice se ha incrementado en un 4% promedio anual, destacando el rubro de la madera aserrada con un crecimiento promedio anual de 7,4% y el de la pulpa con un 4%.



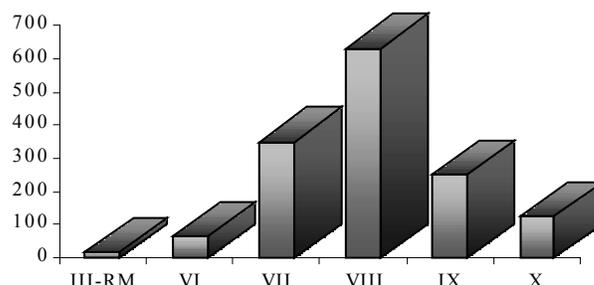
Una segunda referencia para medir el crecimiento de la actividad productiva es el Índice de Producción Física (IPF)<sup>90</sup> de la Industria Manufacturera. Este índice mostró un crecimiento promedio anual de 2% en la industria manufacturera nacional entre los años 1994-1999, mientras que la fabricación de papel y productos de papel registró un incremento de un 2,2% promedio anual en el mismo período, es decir, levemente superior a la media industrial nacional.

Como es de esperar, el consumo de maderas se incrementó en forma paralela al aumento registrado en la producción. En 1990 la industria forestal nacional consumió un total de 14,3 millones de m<sup>3</sup> de sólidos sin corteza (ssc), cifra que en 1998 superó los 21 millones de m<sup>3</sup> ssc, es decir, el consumo creció un 5,6% como promedio

anual. Dentro del sector forestal, la industria de la pulpa química registró el mayor incremento porcentual en el consumo de maderas, con un 18,9% anual, seguida por la industria de las astillas, que creció a una tasa del 7,8% anual. En términos de participación, la pulpa química demandó el 28,1% del total consumido entre 1990-1998, mientras que la industria de las astillas consumió el 17,8% durante el mismo período.

El abastecimiento de la industria forestal está basado principalmente en la explotación de plantaciones forestales, las que a diciembre de 1998 cubrían un total de 1,9 millones de hectáreas. De este total un 75% corresponden a pino radiata y un 17% a eucalipto. La distribución regional de las plantaciones de pino radiata se presenta en el gráfico 5.2, en el cual se observa que un 43,9% de éstas se localizan en la VIII región, un 24,3% en la VII y un 17,4% en la IX región, lo que da cuenta de una alta concentración del recurso exótico.

**Gráfico 5.2 Distribución de Plantaciones de Pino radiata a diciembre 1998 (M hectáreas)**



Entre 1990 y 1998 se forestaron –en conformidad a lo establecido por el DL 701- un total de 390,4 mil hectáreas, 84% de las cuales se plantaron entre la VII y X regiones inclusive. Las bonificaciones –por forestación, administración y poda-, para este mismo período alcanzaron un total de US\$95 millones, y se distribuyeron principalmente en la VIII y IX regiones, con un 22,3 y 24,6% respectivamente.

En cuanto al consumo de maderas nativas, éste se origina de dos demandantes principales, la producción de leña y la industria. La explotación del recurso forestal para producir leña se basa principalmente en maderas nativas, puesto que un 61% del consumo nacional de madera en trozas utilizado para producir leña proviene del bosque nativo<sup>91</sup>. Esto significa que si bien la tasa de extracción de madera para leña ha disminuido entre los años 1990 y 1998, el volumen explotado del recurso nativo aún sigue siendo importante.

El cuadro 5.1 detalla el volumen de madera nativa consumido por la actividad industrial entre los años 1994-1998. Si bien el consumo ha caído en términos porcentuales en un 5% promedio anual, el consumo de madera nativa para astillado continúa representando la mayor demanda industrial de madera nativa, alcanzando una participación promedio para el período de un 68%.

Quadro 5.1

Consumo de Madera Nativa por Industria (m<sup>3</sup> en pie)

Industria	1994	1995	1996	1997	1998
Total	3.205.389	3.967.051	3.017.734	3.048.684	2.411.667
Astillas	2.152.190	2.944.193	2.021.297	2.066.079	1.552.265
Madera aserrada	796.688	773.598	757.818	714.635	627.958
Tableros	231.556	193.853	218.859	219.244	211.787
Cajones	14.070	8.731	4.749	10.023	11.788
Trozos p/aserrar exportación	10.885	14.470	15.011	38.703	7.869
Trozos pulpables exportación	0	32.205	0	0	0

Fuente: INFOR

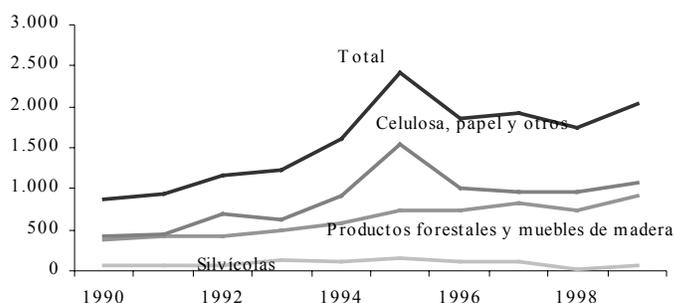
### 1.3.3 Exportaciones

Al igual que en el sector pesquero, la demanda principal del sector forestal proviene del comercio externo. En 1999 el sector forestal envió al exterior embarques por más de US\$2 mil millones (FOB), sobrepasando notoriamente los US\$870 millones recibidos por este concepto en el año 1990. Entre los años 1990-1999 el

crecimiento promedio anual fue de 11,8%, cifra superior al 8,2% registrado por el crecimiento anual de las exportaciones totales durante el mismo período.

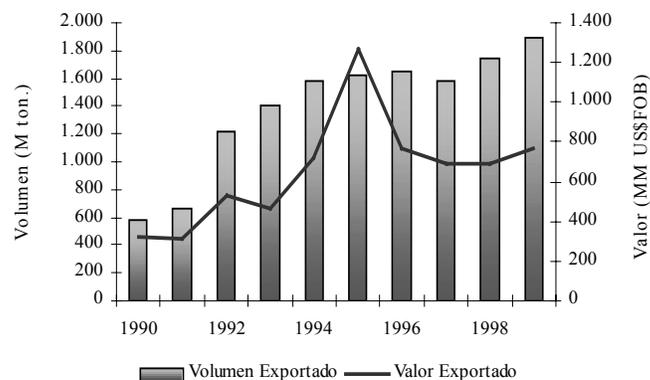
Como se presenta en el gráfico 5.3, dentro del sector forestal la productora de celulosa y papel fue la industria exportadora que creció a una mayor tasa, alcanzando un ritmo de crecimiento promedio anual superior al 15%, es decir, casi duplicó la tasa de crecimiento promedio de las exportaciones totales efectuadas por el país. El gráfico 5.4 muestra la evolución del valor exportado de pulpa química, que en promedio representó más del 40% del valor de los embarques forestales al exterior entre 1990 y 1999, y también los volúmenes exportados de este mismo producto.

Gráfico 5.3 Valor Exportado por el Sector Forestal (MM US\$ FOB)



Fuente: INFOR

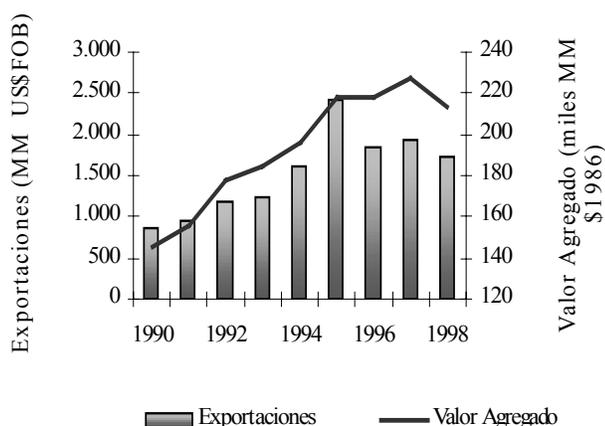
Gráfico 5.4 Volumen y Valor Exportado de Pulpa Química



Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR

Dado lo anterior el sector forestal aumentó su participación en el total exportado a nivel país, de un 10% en 1990 a un 13% en 1999, con un valor máximo de 15% en 1995, demostrando así el dinamismo que ha presentado la evolución de esta actividad dentro de la economía nacional.

Gráfico 5.5 Valor Agregado y Exportaciones Forestales

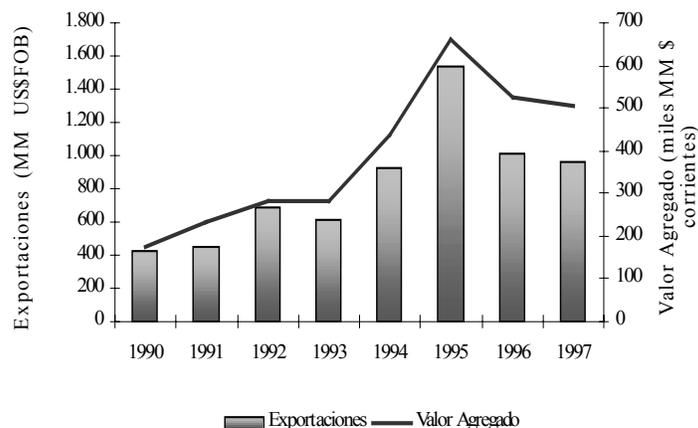


Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR.

Por otra parte, el valor agregado obtenido por el sector forestal está relacionado con las divisas obtenidas por las exportaciones sectoriales, tal como lo presenta el gráfico 5.5. Lo mismo sucede, pero en forma más marcada, en la industria de la pulpa y papel, la más importante desde la perspectiva de los mercados externos, tal como se aprecia en el gráfico 5.6.

Las exportaciones de madera nativa se componen principalmente por los productos primarios de astillas sin corteza y madera aserrada, seguidos por las trozas aserrables y las chapas, como se aprecia en el cuadro 5.2 (también ver anexo IV, cuadro 4.1).

Gráfico 5.6 Valor Agregado y Exportaciones Pulpa y Papel



Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR.

Cabe recordar que las exportaciones del principal producto elaborado en base a maderas nativas, las astillas, constituyen la demanda industrial más importante sobre el bosque.

Cuadro 5.2

Principales Productos Exportados en Base a Maderas

Producto	unidad	1994	1997	1998
Astillas sin corteza	t	1.967.257	1.774.998	1.263.524
Madera aserrada	m <sup>3</sup>	24.791	20.383	21.884
Trozas aserrables	m <sup>3</sup>	354	38.103	7.601
Chapas debobinadas	t	-	5.040	7.037
Partes y piezas muebles de Lengua	t	-	836	1.617

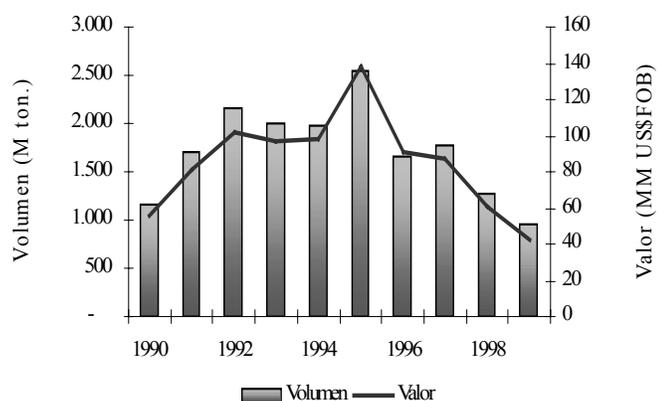
Fuente: INFOR.

La exportación de astillas nativas alcanzó en 1990 un volumen de 1,16 millones de toneladas, llegó a un máximo de 2,56 millones de toneladas en 1995, y posteriormente disminuyó en forma paulatina hasta llegar a las 958 mil toneladas exportadas en 1999. Paralelamente la participación de las astillas nativas

dentro del volumen total de astillas exportadas también disminuyó, de un 52% en 1990 a un 40% en 1999.

El gráfico 5.7 muestra la evolución de las exportaciones de astillas nativas para el período en estudio en términos de volumen y de divisas. El valor alcanzado por los embarques se incrementó de US\$56,1 millones en 1990 hasta los casi US\$140 millones en 1995, para disminuir finalmente a US\$42,8 millones en 1999, registrando así un crecimiento promedio anual de un 1% y, una participación dentro del valor total generado por la exportación de astillas a nivel nacional de un 54,9%.

Gráfico 5.7 Volumen y Valor Exportado de Astillas Nativas



Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR.

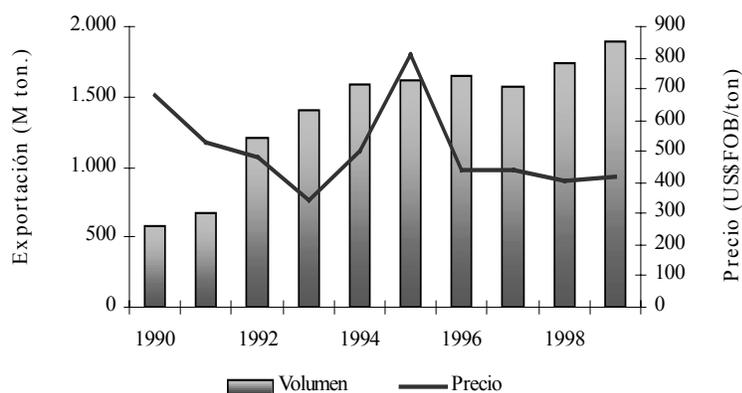
### 1.3.4 Precios

En el gráfico 5.8 se presenta la evolución del precio (en moneda de 1998) y volumen exportado de celulosa. El precio ha disminuido paulatinamente desde 1995 -año en el que se alcanzaron los mayores precios para los distintos tipos de celulosa, del orden de los 800 US\$FOB por tonelada.

En cuanto al precio real de exportación de las astillas nativas, éste se ha mantenido relativamente

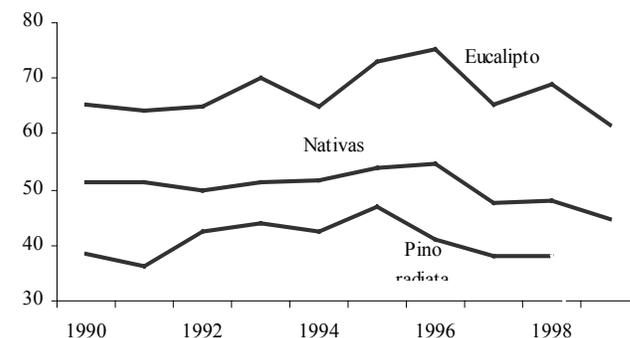
constante durante todo el período 1990-1999, tal como se observa en el gráfico 5.9, bordeando los 50 US\$FOB/tonelada la mayor parte del período evaluado. Además, el precio de exportación de las astillas nativas se encuentra por debajo del precio de exportación de las astillas de eucalipto y por sobre el precio de las astillas de pino radiata.

Gráfico 5.8 Precio y Volumen Exportado de Celulosa



Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR.

Gráfico 5.9 Precio Exportación de Astillas (US\$FOB/ton.)



Fuente: INFOR

Cabe destacar que el volumen exportado de celulosa no tiene relación directa con el precio internacional alcanzado por este producto, tal como se presenta en el gráfico 5.8. Lo mismo sucede con el precio de las astillas y su volumen exportado, variables que se ilustran en el gráfico 5.10, puesto que, como se concluirá en el punto 2.3, es otra la variable que está

directamente relacionada con el volumen de exportación de astillas.

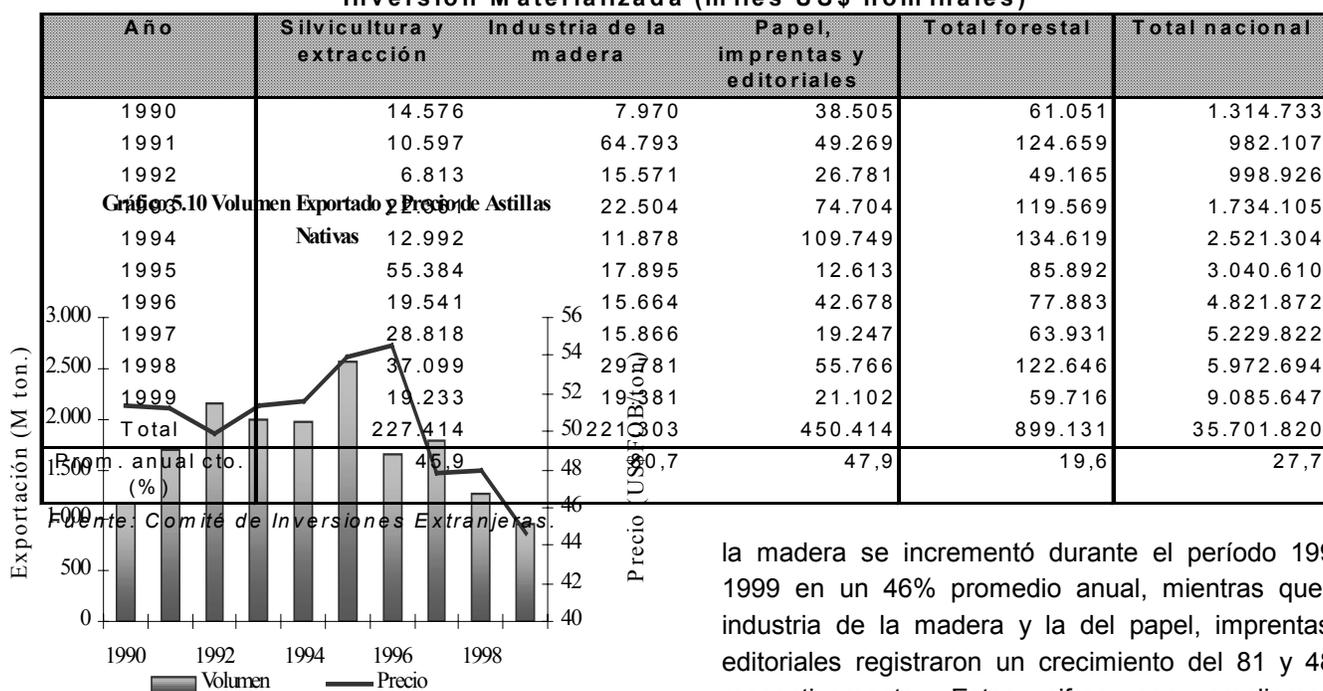
Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR

### 1.3.5 Inversión

Para incrementar su nivel de producción la industria forestal ha debido invertir importantes montos en el país. De acuerdo a la información publicada en la ENIA, entre los años 1990 y 1997 la industria de la fabricación de papel y productos

Las inversiones ingresadas mediante el DL 600, que administra el Comité de Inversiones Extranjeras, entregan un segundo referente de la inversión sectorial. En este sentido la actividad forestal – incluyendo tanto la silvicultura y extracción de la madera como la industria de la madera y la del papel, imprentas y editoriales- ha recibido US\$899 millones –del orden del 2,5% del monto total materializado a nivel nacional- entre los años 1990 y 1999. Esta cifra es poco significativa en comparación a otros sectores, no obstante, tal como se muestra en el cuadro 5.3, la inversión en silvicultura y extracción de

**Cuadro 5.3**  
**Inversión Materializada (miles US\$ nominales)**



de papel<sup>92</sup> invirtió \$914 mil millones nominales en inversiones nuevas, de los cuales el 63% se materializó en los años 1991 y 1992. Esta actividad concentró la mayor parte (un 65%) de la inversión sectorial industrial en el sector forestal entre 1990 y 1994.

la madera se incrementó durante el período 1990-1999 en un 46% promedio anual, mientras que la industria de la madera y la del papel, imprentas y editoriales registraron un crecimiento del 81 y 48% respectivamente. Estas cifras son ampliamente superiores al 28% de crecimiento promedio anual registrado a nivel nacional por las inversiones ingresadas a través del Comité de Inversiones Extranjeras en el mismo período de análisis.

Considerando las estadísticas que lleva la CONAMA, desde que se implementó el SEIA hasta diciembre de 1999, se han presentado un total de 278 EIAs, de los cuales un 4,3% corresponde a inversiones en el sector forestal, los que en términos de monto representan un 10,3% del total a invertir estipulado en los EIAs ingresados a la CONAMA (anexo IV, cuadro 4.2). Con respecto al estado de dichos proyectos, diez (el 83%) de los EIAs forestales presentados se encuentran aprobados por la máxima autoridad ambiental, mientras que uno fue desistido y otro –el Complejo Forestal e Industrial Itata de la empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A.- se encuentra en reclamación<sup>93</sup>.

### 1.3.6 Empleo

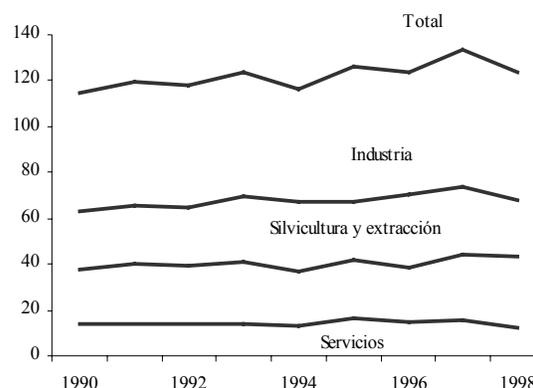
La ocupación sectorial alcanzó en 1990 las 114,9 mil personas, mientras que en 1998 el número de personas empleadas fue de 123,9 mil, tal como lo muestra el cuadro 5.4. El gráfico 5.11 muestra la evolución en la ocupación del sector forestal. La actividad forestal –incluyendo la silvicultura y extracción, la industria y los servicios- creció en promedio durante el período 1990-1998 en un 1,1%, cifra inferior al 2,4% de crecimiento registrado en la ocupación nacional. Esto provocó que la participación del sector forestal en el empleo nacional disminuyera de un 2,6% en 1990 a un 2,3% en 1998.

**Cuadro 5.4**  
**Ocupación Sector Forestal y Total País**

Año	Total Forestal (personas)	Total Nacional (miles de personas)
1990	114.973	4.450
1991	119.619	4.518
1992	118.084	4.724
1993	123.738	4.992
1994	116.476	5.036
1995	125.940	5.092
1996	123.247	5.164
1997	133.167	5.275
1998	123.921	5.369

Fuente: INFOR-INE.

**Gráfico 5.11 Ocupación en el Sector Forestal**  
(M personas)



Fuente: INFOR

El cuadro 5.5 muestra la incidencia del empleo forestal a nivel regional. Destaca la importancia del sector en la VII, VIII y IX regiones.

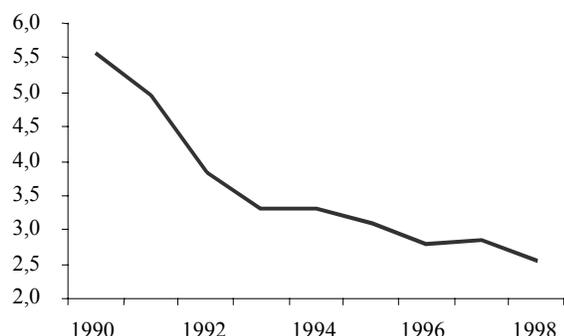
**Cuadro 5.5**  
**Ocupación Sector Forestal versus**  
**Total Nacional**  
**según Región, 1998 (%)**

Región	(%)
I-IV	0,3
V	0,6
RM	0,7
VI	1,6
VII	5,7
VIII	7,8
IX	5,1
X	4,6
XI	2,7
XII	1,7

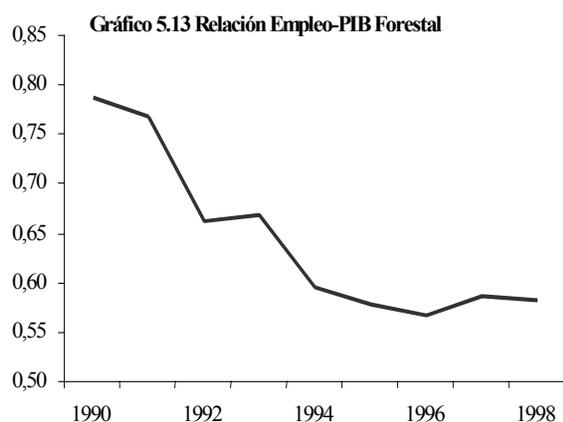
Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR, CONAF e INE

En la década de los 90 se observa una creciente capitalización del sector forestal, es decir, un incremento en la sustitución del factor trabajo por capital. Se observa una disminución sistemática de la relación empleo/producto en el período 1990-1998, como se aprecia en los gráficos 5.12 y 5.13.

**Gráfico 5.12 Relación Empleo-Producción en el Sector Pulpa y Papel**



Elaboración: Fundación Terram en base a información del INFOR



Elaboración: Fundación Terram en base a información del INFOR

### 1.3.7 Remuneraciones

Se observan aumentos sistemáticos de las remuneraciones medias en el sector (cuadro 5.6), lo que también confirma la mayor utilización de capital<sup>94</sup>. Sin embargo la participación relativa de las remuneraciones en el valor agregado ha disminuido, tal como se presenta en el cuadro 5.7.

## 1.4 Localización

Dado que la actividad forestal se concentra geográficamente, los impactos asociados a ella se tornan más importantes en determinadas regiones. Al respecto, cabe recordar lo indicado en el punto 1.3.2, en donde se señaló que el 43,9% de las plantaciones de pino radiata –que a su vez representan el 75% del total de plantaciones forestales del país- se localizan en la VIII región, mientras que un 24,3 y 17,4% lo hace en la VII región y IX respectivamente. Estas plantaciones tienen el objeto de abastecer de materia prima a la industria forestal, y se relacionan directamente con el consumo de madera utilizado por cada subsector industrial.

**Cuadro 5.6**

**Remuneraciones Medias (\$/mes)**

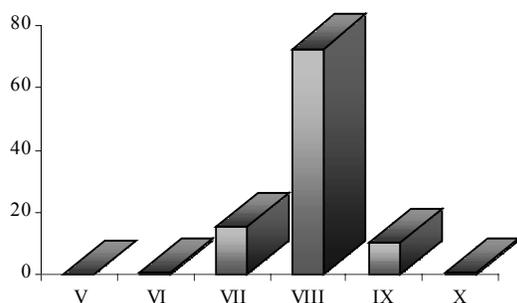
Año	33	341
1995	188.888	396.399
1996	244.659	512.427
1997	273.875	583.619

Elaboración: Fundación Terram en base a información de INE

En este sentido, y tal como fue señalado en el punto 1.3.2, el consumo de madera de la industria de pulpa química creció al mayor ritmo observado dentro de la industria forestal entre los años 1990-1998. Al respecto, el consumo de materia prima por parte de la industria de la pulpa –tanto química como mecánica- tiene una marcada concentración regional, como se observa en el gráfico 5.14, del cual se concluye que entre 1994 y 1998 el 72,4% de dicho consumo fue efectuado por la VIII región, mientras que el segundo lugar lo ocupó la VII región con un 15,3%.

En relación a la madera nativa, su consumo como materia prima industrial también se concentra mayoritariamente en un reducido número de regiones, por lo que el impacto ambiental generado es más significativa en éstas que en el resto.

Gráfico 5.14 Consumo Promedio por Región de Madera de la Industria de la Pulpa 1994-1998 (m3)



Fuente: INFOR

EL gráfico 5.15 presenta el consumo de madera nativa industrial a nivel regional, destacando la X y IX como las más importantes, al concentrar en torno al 76% del consumo industrial nacional.

Desde la perspectiva del desarrollo de actividades industriales, en el periodo 1994-1998 la producción de astillas alcanzó el 88,4 y 72,6% del consumo de maderas nativas en la VIII y IX regiones respectivamente, mientras que en el caso de la X y de la XII región la misma actividad consumió aproximadamente el 65% del recurso vegetal en cada una.

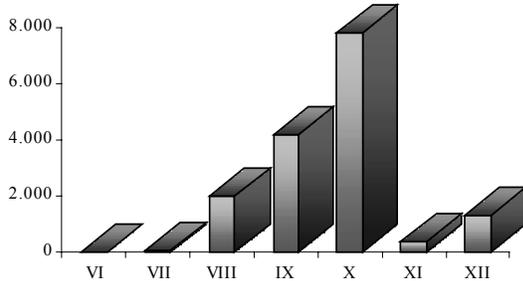
Cuadro 5.7  
Composición del Valor Agregado de la Industria de la Madera y producción de madera, incluidos muebles; de la producción de Celulosa; y de la Producción de Astillas Nativas (%)

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
<b>Industria de la madera y producción de madera, incluidos muebles (1)</b>								
VA/VBP	41,6	40,9	42,9	41,8	40,8	40	43,9	42,9
- excedente de operación	56,7	55,5	53,9	55,5	44,6	55,2	56,6	54,6
- remuneraciones	26,9	26,9	28,4	27,8	27,7	28,1	28,2	28,8
- depreciación	8,5	8,2	7,9	7,9	14,3	8,2	7,5	8,4
- impuestos	7,9	9,4	9,8	8,8	13,3	8,4	7,6	8,2
<b>Fabricación de papel y productos de papel (2)</b>								
VA/VBP	49,2	51,6	47,5	45,1	51,9	55	49,5	50,1
- excedente de operación	68,5	67	57,6	52	65,4	73	58,6	56,1
- remuneraciones	10,7	11,4	13,2	15,1	13	12,4	17,2	19,5
- depreciación	10,7	12,1	20	25,4	18,3	11,6	17,4	18,5
- impuestos	10,1	9,5	9,2	7,4	3,3	3,1	6,9	5,9
<b>Astillas nativas (3)</b>								
VA/VBP	21							
- excedente de operación	65							
- remuneraciones	23							
- depreciación	11							
- impuestos	1							

Elaboración: Fundación Terram en base a la información contenida en las notas siguientes.

Notas: (1) Calculado sobre la base de la ENIA: 1990-1994 incluye la Industria de la madera y producción de la madera, incluidos muebles (código 33 de la CIIU Rev. 2); 1995-1997 incluye la Producción de madera y Fab. de productos de madera y corcho, excepto muebles (código 20 de la CIIU Rev. 3) y la Fabricación de muebles (código 361 de la CIIU Rev. 3). (2) Calculado sobre la base de la ENIA: 1990-1994 incluye la Fabricación de papel y productos de papel (código 341 de la CIIU Rev. 2); 1995-1997 incluye la Fabricación de papel y productos de papel (código 210 de la CIIU Rev. 3.). (3) Los coeficientes para la industria de las astillas fueron tomados de Claude (1997).

Gráfico 5.15 Consumo Promedio por Región de Madera Nativa en Pie 1994-1998 (M m3)



Fuente: INFOR

### 1.5 Propiedad

Las exportaciones forestales a lo largo de la década de los noventa se han concentrado en unos pocos grupos económicos. En el gráfico 5.16 se detalla la participación de los principales grupos económicos exportadores de productos forestales en el país en los años 1990 y 1999. Se destacan claramente el conglomerado empresarial Arauco, del grupo Angelini, y la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones-CMPC, del grupo Matte, que en promedio han exportado el 29,6 y 18,8% de los envíos

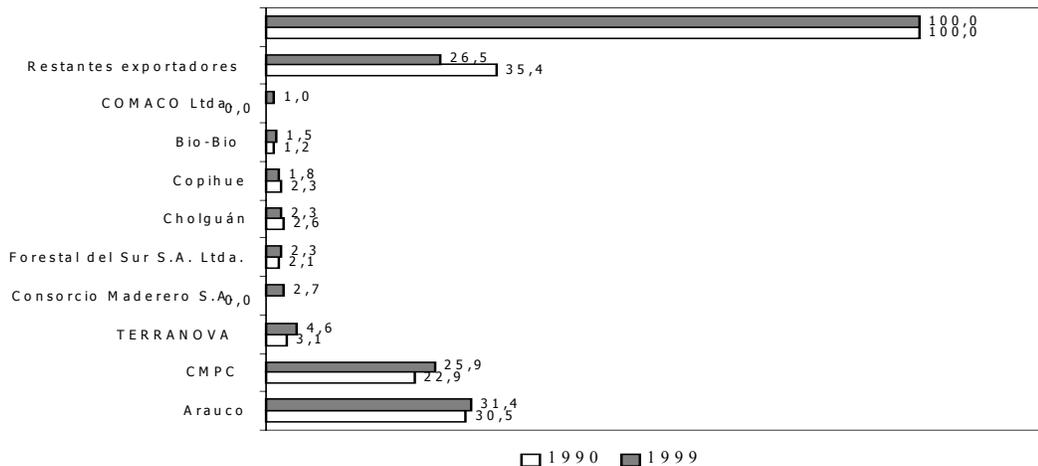
forestales al exterior respectivamente entre 1990 y 1999 (anexo IV, cuadro 4.3). Ambos grupos aumentan su participación sectorial a lo largo de la década.

El cuadro 5.8 permite dar cuenta del mismo hecho, ya que se observa que el número de empresas por rango de exportación, en el periodo 1994-1999, se incrementó en un 6,8% para quienes obtienen más de US\$15 millones por sus envíos, y en un 5,3% para quienes reciben entre US\$1 y US\$15 millones, mientras que quienes reciben menos de 1 millón disminuyeron en un 0,8% (anexo IV, cuadro 4.4). Cabe destacar, además, que durante el año 1999 el 2,4% de las empresas exportadoras forestales recibieron el 77% del valor total de los envíos

sectoriales al exterior, lo que demuestra la creciente concentración de la renta en el sector forestal.

Al mismo tiempo, el incremento en las exportaciones genera también un aumento del excedente de operación que reciben los grupos económicos involucrados en este negocio. El cuadro 5.7 muestra que en el caso de la producción de celulosa la mayor parte del valor agregado de esta actividad corresponde al excedente de operación, mientras que

Gráfico 5.16 Principales Grupos Económicos Exportadores del Sector Forestal (%)



Fuente: INFOR

**Cuadro 5.8**  
**Empresas según Rango de Exportación (%)**

Rango de exportación (US\$ FOB)	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Más de 15 millones	1,9	2,5	2,5	2,7	2,1	2,4
Entre 1 millón y 15 millones	7,5	7,5	9,2	8,6	9,9	9,6
Menos de 1 millón	90,6	89,9	88,2	88,7	88	87,9
Total	100	100	100	100	100	100

Elaboración: Fundación Terram en base a información del INFOR.

una menor proporción del mismo es la asignada al pago de remuneraciones a los trabajadores y a los impuestos que deben cancelarse al Fisco.

En relación a la producción de astillas nativas, el mismo cuadro muestra que el valor agregado en términos de participación sobre el Valor Bruto de Producción (VBP) es menor que en la industria de la celulosa, ya que el primero es un producto menos industrializado y por ende alcanza un menor valor agregado en el mercado. No obstante, el excedente de operación – proporcionalmente sobre el valor agregado- es superior al caso de la celulosa, mientras que su aporte social a través de las remuneraciones y del pago de impuestos es también poco significativo.

Actualmente, en Chile existen siete plantas productoras de celulosa kraft, tres pertenecen a la empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A del grupo Angelini; tres a la CMPC Celulosa S.A del grupo Matte y una planta pertenece a Licancel, que a su vez es propiedad de la empresa suiza Cellulose Attisholz. Las plantas de Celco se localizan en Arauco (Arauco I y II) y Constitución (planta Constitución), las de la CMPC se ubican en Laja (planta Laja), Mininco (planta Pacífico) y Nacimiento (planta Santa Fe); y la de Licancel en Licantén, por lo que los efectos anteriormente descritos son más fuertes en las localidades aledañas a estas plantas.

## 2. IMPACTO AMBIENTAL

### 2.1 Introducción

El sector forestal utiliza como materia prima dos tipos de recursos vegetacionales, las plantaciones exóticas –pino radiata y eucalipto principalmente- y el bosque nativo. Entre las actividades forestales que provocan un mayor impacto ambiental se encuentra la producción de celulosa, debido al carácter químico de los procesos utilizados en esta industria, así como la importancia en la demanda de madera que genera. Desde esta perspectiva la industria de la celulosa produce la degradación de los componentes del medio ambiente, y también actúa directamente sobre el agotamiento de los recursos, por utilizar como materia prima la madera proveniente de plantaciones exóticas, las cuales como se verá posteriormente son la principal causa de disminución de superficie de bosque nativo, a través de la actividad de sustitución de este último.

En segundo lugar, la leña representa el consumo principal de madera nativa a nivel nacional. El consumo para astilla es el segundo demandante del recurso nativo -consume un 68% de la madera nativa de uso industrial-. Ambas actividades generan severos impactos en el medio natural por la actividad silvícola asociada a ellas, y por las consecuencias que se producen sobre el ecosistema debido a la intervención del bosque nativo. Este impacto se produce tanto por la disminución de superficie boscosa (agotamiento) como disminución en la calidad del bosque (degradación).

A continuación se evalúan los distintos impactos.

## 2.2 Industria de la Celulosa

### 2.2.1 Impactos principales

La industria de la celulosa produce pulpa química y mecánica. Entre los años 90-98 del orden del 90% de la producción fue del tipo química. La obtención de esta última se realiza principalmente a través del proceso al sulfato, el cual genera la pulpa kraft, método que emite una serie de contaminantes que deterioran la calidad del medio ambiente.

Esto se debe a que para producir pulpa química, las fibras de celulosa deben ser separadas del resto de los componentes orgánicos de la madera; sin embargo, durante el proceso de separación algunas sustancias químicas que

acompañan a la celulosa se transforman, liberándose a través de los efluentes, los cuales tienen un olor desagradable y/o son tóxicos. Estos efluentes son dispuestos en corrientes de agua superficiales y/o son emitidos a la atmósfera. Un listado con las principales emisiones contaminantes de esta industria se encuentra en el cuadro 5.9.

Una de las principales desventajas del proceso químico kraft es el exceso de agentes blanqueadores empleados cuando la pasta se va a destinar a la elaboración de papel blanco. El proceso de blanqueo con compuestos de cloro produce grandes cantidades de compuestos organoclorados, cuyos efectos sobre la salud y el medio ambiente suponen un riesgo a evitar. Es en esta última etapa, la de cloración, donde se producen los compuestos organoclorados, agrupados bajo la sigla AOX<sup>95</sup>, que son considerados contaminantes tóxicos peligrosos

**Cuadro 5.9**  
**Impactos Ambientales del Sector Celulosa**

Tipo	Factor Afectado	Efecto
Aguas Ácidas, pH	Aguas Superficiales	Al alterar la acidez natural que es superior a pH=5, se causan transformaciones biológicas a los seres vivos acostumbrados a ese nivel de acidez.
Sólidos Suspendidos	Aguas Superficiales	Turbiedad. Incorporación de materiales no digestibles en cuerpos de aguas.
DBO <sub>5</sub>	Aguas Superficiales	Incorporación de materiales orgánicos que inducen el crecimiento de bacterias y algas desplazando los equilibrios biológicos.
Color	Aguas Superficiales	Aspecto inaceptable, en aguas de uso doméstico o agrícola.
Metales Pesados	Aguas Superficiales	Provocan alteraciones a nivel celular, causando cuadros clínicos de cáncer, osteomalacia, alteraciones neurológicas y daños hepáticos.
Mercurio	Aguas Superficiales	Compuesto tóxico que se absorbe con facilidad y se acumula en los riñones produciendo daño irreversible.
Aceites y Grasas	Aguas Superficiales	Incorporación de material orgánico insoluble.
Fenoles	Aguas Superficiales	Capaces de generar compuestos cancerígenos. Compuestos organoclorados.
Fósforo	Aguas Superficiales	Nutriente escaso, si está disponible se activa el desarrollo de microorganismos.
Nitrógeno	Aguas Superficiales	Nutriente de fácil asimilación, activa el desarrollo de microorganismos.
Partículas Totales en Suspensión	Aire	Según su tamaño son más o menos perjudiciales a las vías respiratorias.
Anhídrido Sulfuroso (SO <sub>2</sub> )	Aire	Potente bronco-constrictor. Componente fundamental de la lluvia ácida.
Monóxido de Carbono (CO)	Aire	Disminuye la capacidad respiratoria de manera irreversible.
Acido Sulfídrico (H <sub>2</sub> S)	Aire	Olor.
Compuestos Sulfurados	Aire	Sustancias tóxicas.

Fuente: PRIEN (1996).

por ser agentes cancerígenos, y que incluyen a las dioxinas<sup>96</sup>.

Adicionalmente, los procesos químicos permiten obtener celulosa muy pura, es decir, dejan muy poca lignina en la pasta de papel. Sin embargo, las fibras de celulosa que se pierden durante el proceso pasan a formar parte de las aguas residuales de la fábrica. Éstas, aunque son biodegradables, crean graves problemas al ser vertidas en grandes cantidades. Por un lado, sepultan los fondos acuáticos, acabando con la vida existente en ellos, y por el otro, al consumir grandes cantidades de oxígeno en su proceso de degradación sofocan la vida biológica existente alrededor del punto de vertido. Parte de estos problemas se verían paliados si los vertidos fueran sometidos a tratamientos biológicos.

Los residuos industriales líquidos generados por la industria de la celulosa provienen de tres tipos de efluentes:

- los provenientes de la preparación de la madera, en los cuales predominan los sólidos en suspensión (SS)
- los provenientes del proceso de digestión, caracterizados por su alto contenido de sustancias orgánicas evaluadas en forma de DBO<sub>5</sub><sup>97</sup> que despiden malos olores; y
- los provenientes del proceso de blanqueo, en el cual se destaca la presencia de compuestos organoclorados clasificados como AOX, además de los compuestos orgánicos en forma de DBO<sub>5</sub><sup>98</sup>.

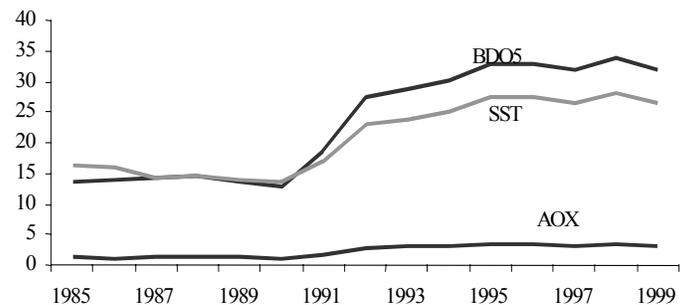
En el caso de la contaminación atmosférica las emisiones gaseosas típicas del proceso kraft incluyen a diversos compuestos malolientes<sup>99</sup>, que en conjunto se les identifica como Azufre Total Reducido-TAR. Estos olores, similares a “huevo podrido” y a “repollo podrido”, son detectables por las personas en concentraciones tan bajas como 1 a 5 partes por billón (ppb)<sup>100</sup>. Paralelamente, son emitidos otros contaminantes como el SO<sub>2</sub>, el NO<sub>x</sub> y las partículas.

De acuerdo al Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos elaborado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios-SISS en 1992, el grado de contaminación de la industria productora de pulpa sulfatada está clasificado como nocivo y su tipo de agente contaminante pertenece a la categoría orgánica-biológica.

### 2.2.2 Indicadores

En Chile la emisión neta de contaminantes derivados de la industria de la celulosa ha crecido conjuntamente con la producción de pulpa, tal como se muestra en el gráfico 5.17. En 1985 fueron emitidas más de 13 y 16 mil toneladas de BDO<sub>5</sub> y SST<sup>101</sup> respectivamente, mientras que la emisión de AOX superó las 1.200 toneladas. En 1999 se habrían emitido más de 31 y 26 mil toneladas de BDO<sub>5</sub> y SST respectivamente, y más de 3.100 toneladas de AOX<sup>102 103</sup>.

Gráfico 5.17 Emisiones de Riles de la Industria de la Celulosa (M ton.)



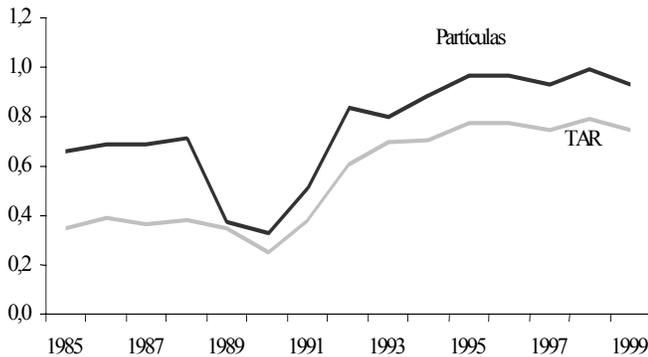
Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR y PRIEN.

Estas cifras indicarían que las emisiones de SST y AOX superan la norma vigente en Chile<sup>104</sup>.

La evolución de las emisiones atmosféricas generadas por la industria de la celulosa, incluyendo SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, TAR y partículas, se han incrementado durante el período en análisis tal como se aprecia en los gráficos 5.18 y 5.19<sup>105</sup>. Se estima que para 1985 se emitieron

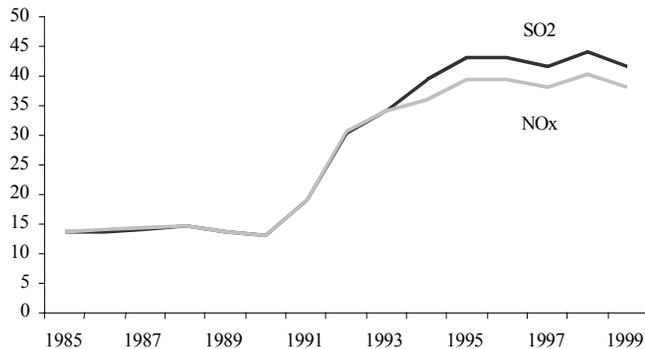
más de 13 mil toneladas de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, cifra que en 1999 habría alcanzado las 38 mil y 41 mil toneladas de NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> respectivamente. En el caso del TAR y de las partículas el nivel de emisión, en 1985 fue de 351 y 665 toneladas, mientras que en 1999 se habrían superado las 700 y 900 toneladas de cada contaminante respectivamente.

Gráfico 5.19 Emisiones Atmosféricas de TAR y Partículas de la Industria de la Celulosa (Mton.)



Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR y PRIEN

Gráfico 5.18 Emisiones Atmosféricas de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> de la Industria de la Celulosa (M ton.)



Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR y PRIEN.

Lo anterior coincide con las estimaciones realizadas por la SISS en su catastro de 1992<sup>106</sup>, puesto que la carga orgánica (medida como DBO<sub>5</sub>) emitida por tres plantas de celulosa fue clasificada en un nivel de contaminación medio-alto a alto y el de una planta en un nivel medio de contaminación. Posteriormente, la actualización de este Catastro

en 1998<sup>107</sup> estableció que cuatro plantas productoras de pulpa presentaban un nivel de contaminación orgánica medio-alto.

### 2.2.3 Valoración económica

Los niveles de contaminación emitidos por la industria productora de celulosa pueden ser evaluados desde una perspectiva económica. En este sentido el documento elaborado por los investigadores del PRIEN determinó la inversión efectivamente realizada en mitigación en las instalaciones existentes a la fecha del estudio, así mismo estimó la inversión tecnológica en que se debería incurrir si se quisiera llegar a la norma de contaminación de TAR para gases y de SST en riles. Anualizando dichas inversiones más sus respectivos costos de operación y mantenimiento, los investigadores determinaron los costos ambientales totales y unitarios para la industria de la celulosa, los que se muestran en los cuadros 5.10 y 5.11<sup>108</sup>.

Cuadro 5.10

Costos Ambientales en la Industria de la Celulosa (millones de US\$)

Año	Inv. (1)	Inv.(2)	Acumulado	Costo O&M	Costo
1985	18,2	98	121,9	6,1	22,4
1986	0	98	103,7	5,2	19,1
1987	0,2	98	103,7	5,2	19,1
1988	0	98	103,5	5,2	19
1989	1,5	98	130,4	6,5	24
1990	4	98	102	5,1	18,8
1991	26,93	98	124,9	6,2	23
1992	41,7	102	143,7	7,2	26,4
1993	0	102	102	5,1	18,8
1994	0	102	102	5,1	18,8

Fuente: PRIEN (1996).

Notas: (1) Inversión efectivamente realizada por las empresas del sector. (2) Inversión necesaria para llegar a la norma. (3) Considera sólo las inversiones no realizadas por las empresas existentes en cada año.

**Cuadro 5.11**  
**Costos Ambientales Unitarios en la**  
**Industria de la Celulosa (US\$/ADt)**

Año	Producción de celulosa kraft (miles ADt)	Costo unitario (US\$/ADt)
1985	680	33
1986	694	27,5
1987	708	26,9
1988	728	26,1
1989	680	35,3
1990	645	29,1
1991	934	24,6
1992	1.500	17,6
1993	1.677	11,2

Fuente: PRIEN (1996).

A partir de esta información es posible estimar el PIB verde de esta industria, en forma similar a lo realizado para el sector acuícola<sup>109</sup>. Después de efectuar los ajustes necesarios a los costos de mitigación, se deduce que en 1985 éstos alcanzaron un valor de \$14 mil millones (en pesos del 1998), cifra que se incrementa progresivamente hasta un total de \$17 mil millones al año 1998. En términos comparativos con el PIB tradicional calculado para el subsector forestal, que incluye la fabricación de muebles y la elaboración de pulpa y

papel, estos costos de mitigación representaron en 1985 un 5,4% del valor agregado generado, y en 1998 representaron un 3,3% del mismo (gráfico 5.20).

En términos de magnitud, entre 1986 y 1998 este costo de mitigación alcanzó los \$546 mil millones de 1998 (equivalentes a US\$1.186 millones del mismo año), es decir, la totalidad del PIB de la industria de los muebles, pulpa y papel registrado en el año 1998.

## 2.3 Bosque nativo

### 2.3.1 Impactos principales

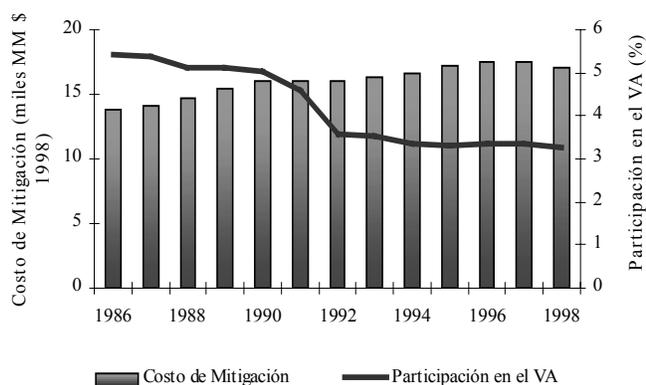
La intervención del bosque nativo se realiza mediante acciones que disminuyen la superficie

del recurso –como los incendios, la sustitución con plantaciones exóticas, y la habilitación de terrenos para la actividad agrícola-, o que afectan la calidad del bosque –incluyendo acciones como el floreo, que la disminuye, y el manejo, que la mejora. Como consecuencia de estas acciones se produce tanto un agotamiento del recurso como una degradación del mismo o de los componentes del medio ambiente involucrados en dichas actividades.

- **Agotamiento**

El agotamiento del recurso se relaciona directamente con la disminución del bosque nativo en términos de superficie<sup>110</sup>. Al respecto existen a la fecha varios estudios que han revelado la progresiva disminución de la superficie cubierta con bosque nativo a través de los años. En primer lugar, los datos del Censo Agropecuario elaborado por el INE<sup>111</sup>, establecen que los bosques y montes naturales han disminuido de un total de 8,2 millones de hectáreas en 1955 a 4,8 millones en 1997, es decir, una pérdida del 41% en 42 años<sup>112</sup>.

**Gráfico 5.20 Costos de Mitigación en la Industria de la Celulosa**



Elaboración: Fundación Terram en base a información del PRIEN y del INFOR.

Así también los resultados obtenidos por un equipo multidisciplinario de profesionales del Banco Central<sup>113</sup>, indicaron que entre los años 1985 y 1994 inclusive, el bosque nativo disminuyó en alrededor de 450 mil hectáreas<sup>114</sup>. Destacan especialmente la X región con una disminución de 215 mil hectáreas, y la VIII y IX con 79 y 72 mil hectáreas respectivamente durante igual período.

Un estudio similar al anterior fue el realizado por Emanuelli<sup>115</sup> de CONAF, quien estimó que entre 1985 y 1994 el bosque nativo disminuyó en casi 220 mil hectáreas debido a los incendios, habilitación, sustitución y cortas ilegales que se efectuaron sobre el recurso.

Finalmente, en 1999 se dieron a conocer los resultados de la actualización del Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile<sup>116</sup>, efectuado por la CONAF y la CONAMA<sup>117</sup>. Esta actualización permitió monitorear el cambio en la superficie del recurso bosque en la VIII región y en la mitad norte de la X región.

Al año 1994 la VIII región tenía un total de 786,2 mil hectáreas de superficie cubierta con bosque nativo, mientras que las plantaciones ocupaban 939,4 mil hectáreas. Los resultados del estudio de actualización indican que en esta región se perdieron un total de 8.942<sup>118</sup> hectáreas entre 1994 y 1998, es decir, una tasa anual de pérdida de 2.211 hectáreas<sup>119</sup>.

En la zona norte de la X región la superficie cubierta con bosque nativo en 1995 era de 3,6

millones de hectáreas, y de 196,3 mil en el caso de las plantaciones. La pérdida registrada en el primer recurso fue de 18.100<sup>120</sup> hectáreas entre los años 1995-1998, lo que representa una pérdida anual de superficie de 6.033 hectáreas en promedio<sup>121</sup>.

En resumen, más allá de la diferencia en magnitud en cuanto a la disminución de superficie de bosque nativo –debido principalmente a la definición que se hace del mismo en los estudios anteriormente mencionados, así como a las metodologías aplicadas- se puede concluir que se está frente a un hecho cierto: el bosque nativo ha disminuido año tras año en cantidades importantes, tal como lo presenta el cuadro 5.12.

- *Degradación*

A diferencia del agotamiento, que implica la disminución cuantitativa de un recurso específico, la degradación se refiere a un daño cualitativo en el estado de dicho recurso o del medio ambiente. En el primer caso, uno de los principales impactos de tipo degradativo en el recurso vegetal nativo corresponde a las consecuencias que genera el tipo de intervención denominado floreo<sup>122</sup> o corta selectiva. Como el método del floreo extrae del bosque a los mejores árboles de las especies más valiosas, deteriora su calidad maderera y el potencial productivo del bosque, generando en forma progresiva una disminución en el volumen de madera a extraer del mismo.

Los resultados del estudio del Banco Central, ya referido con anterioridad, indicaron que entre los años 1985 y 1994 inclusive, la superficie deteriorada del

**Cuadro 5.12**  
**Disminución de la Superficie de Bosque Nativo (hectáreas)**

INE (1)		Banco Central (2)		CONAF (3)		CONAF-CONAMA (4)	
1955	8,24 millones	1985	7,75 millones			1994 (5)	786,2 mil
1997	4,87 millones	1994	7,30 millones			1995 (6)	3.608,87 mil
						1998 (7)	4.368,04 mil
pérdida	3,37 millones	pérdida	0,45 millones	pérdida	0,22 millones	pérdida	27,04 mil

Fuente: (1) INE (1995 y 1997). (2) Banco Central de Chile (1995). (3) Emanuelli (1996). (4) CONAF-CONAMA (1999). (5) Incluye sólo la región del Bío-Bío. (6) Incluye sólo la mitad norte de la región de Los Lagos. (7) Incluye tanto la región del Bío-Bío y como la mitad norte de la región de Los Lagos.

bosque se incrementó de las 707 mil hectáreas a las 927 mil hectáreas, debido a la corta selectiva o floreo realizada sobre el recurso. Por su parte, CONAF estimó que la superficie afectada por floreo en el mismo período fue de 105,6 mil hectáreas<sup>123</sup>.

En el segundo caso, el deterioro de los componentes ambientales asociados a la explotación del bosque nativo, produce varios efectos negativos. De hecho casi la totalidad de las actividades productivas llevadas a cabo en el bosque nativo y en las plantaciones provocan efectos en la biota, el suelo, el agua y el aire, siendo más significativos en los dos primeros recursos<sup>124</sup>.

Entre las actividades que más impacto causan a la biota, se encuentran las siguientes:

- construcción de caminos
- la instalación de campamentos
- los tratamientos silvícolas<sup>125</sup>
- habilitación para agricultura
- sistemas de cosecha
- uso del fuego y
- control fitosanitario.

En el recurso suelo los mayores impactos se relacionan con:

- tala rasa
- sustitución con especies exóticas
- habilitación para agricultura y
- uso del fuego.

El recurso hídrico se afecta principalmente por la alteración en los patrones de drenaje superficial de aguas, y el aire por el incremento en los niveles de ruido y por la contaminación atmosférica generada por el uso del fuego<sup>126</sup>.

La pérdida de bosque nativo genera diversos efectos negativos sobre el medio ambiente. Esto se debe a que el bosque, visto desde una perspectiva ecosistémica, realiza una serie de funciones y servicios que dejan de efectuarse cuando éste desaparece. Entre estas funciones y servicios se incluyen la regulación climática, formación de suelo,

control biológico, producción de alimento, recreación, entre otras<sup>127</sup>. Así también, el bosque nativo es un hábitat para una gran diversidad de organismos, como es el caso de los líquenes, mamíferos y aves<sup>128</sup>.

Por el contrario, las plantaciones forestales, que han reemplazado gran parte de la superficie cubierta con bosque nativo provocan diversos impactos negativos sobre el medio ambiente, algunos de los cuales se resumen en el recuadro 4.1 del anexo IV.

Por su parte, el uso de la madera como combustible produce también la contaminación del medio ambiente, puesto que la leña en su proceso de combustión libera material particulado y gases, entre estos últimos se encuentran el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), que contribuye al efecto invernadero, y el monóxido de carbono (CO), que es extremadamente tóxico para el ser humano. Un estudio elaborado por el INFOR<sup>129</sup>, estimó que en 1992 se emitieron 4,4 mil toneladas de material particulado y 18 mil toneladas de CO, entre otros contaminantes evaluados. De acuerdo a esta misma fuente en el sur del país se emitirían grandes cantidades de CO a la atmósfera debido a esta causa, mientras que en la zona central el contaminante que se encontraría en mayor proporción sería el material particulado.

- *Demanda sobre el bosque*

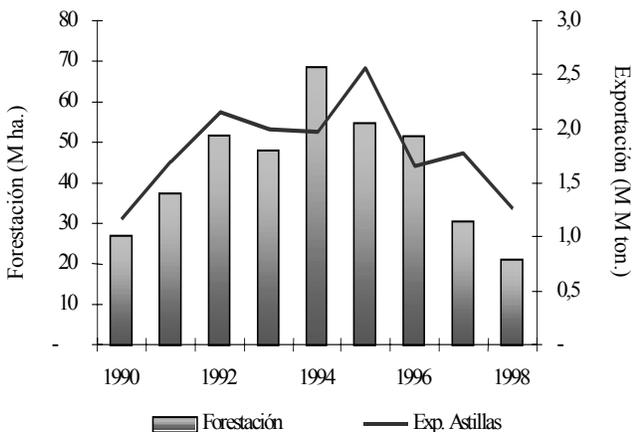
Lo importante de analizar en este punto es por qué el bosque nativo disminuye en cantidad y calidad. Para profundizar en este tema conviene primero relacionar algunas de las variables que pudieran estar involucradas en la evolución del volumen exportado de astillas, y por ende en su producción. En este sentido las herramientas econométricas permiten establecer correlaciones entre variables independientes y dependientes.

El análisis efectuado para evaluar la correlación entre el precio de las astillas nativas y sus volúmenes de exportación arrojó resultados poco significativos, es decir, el aumento (o disminución) de los volúmenes

exportados de este bien, no obedece a los cambios en el precio internacional registrado para el producto. Una segunda variable que puede estar involucrada en la evolución del volumen exportado de astillas corresponde a la superficie forestada con especies exóticas. Desde este punto de vista, la actividad de forestar -que se lleva a cabo en superficie cubierta con bosque nativo- generaría como subproducto las astillas de bosque nativo.

De acuerdo a un análisis econométrico, efectivamente el volumen de astillas nativas exportado está en estrecha relación con la superficie forestada, tal como se presenta en el gráfico 5.21. Este gráfico muestra que la superficie forestada -a través del DL 701- y los volúmenes de exportación de astillas tienen un año de desfase, es decir, el volumen de madera extraído de una superficie talada y plantada en el año t, será procesada y exportada en el año t+1. La relación entre ambas variables sin el año de desfase se presenta en el gráfico 5.22.

Gráfico 5.21 Evolución de la Forestación y de las Exportaciones de Astillas

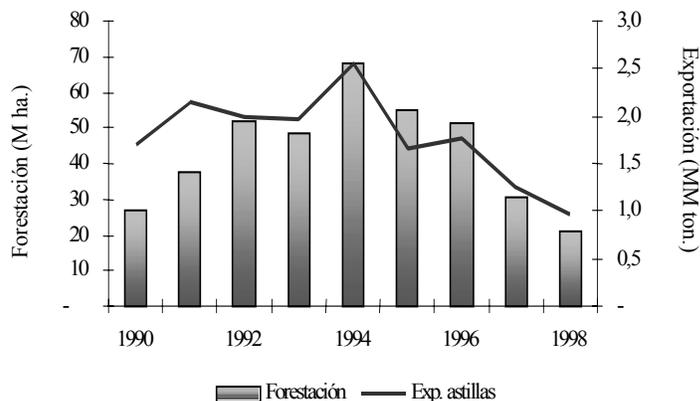


Elaboración: Fundación Terram en base a información de INFOR y CONAF.

Entonces el volumen producido y exportado de astillas nativas es la consecuencia directa del incremento en la superficie forestada en el país, obteniéndose este producto principalmente como un subproducto de la tala rasa efectuada para

limpiar superficies y ocuparlas con plantaciones exóticas. Esto sugiere que el volumen exportado de astillas nativas obedece sólo parcialmente a factores de mercado, como por ejemplo, el precio internacional alcanzado por este producto.

Gráfico 5.22 Evolución trasladada entre la Forestación y las Exportaciones de Astillas



Elaboración: Fundación Terram en base a gráfico 5.21.

Existen algunos estudios que permiten confirmar esta relación entre la disminución de la superficie cubierta con bosque nativo con el incremento de la superficie cubierta con plantaciones forestales, mediante la actividad denominada sustitución.

El estudio del Banco Central<sup>130</sup> determinó que más de 200 mil hectáreas habrían sido sustituidas por plantaciones entre 1985 y 1994 inclusive<sup>131</sup>, explicando así el 45% de la pérdida del recurso. Emanuelli<sup>132</sup> por su parte estimó que durante el mismo período la pérdida por sustitución alcanzó a más de 140 mil hectáreas, explicando un 63% de la disminución de superficie de bosque nativo. De acuerdo a la actualización del Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos, en la VIII región el 80,9% de la superficie perdida de bosque nativo tuvo como causa la sustitución por plantaciones forestales (7.571 hectáreas), mientras que en la mitad norte de la X región este mismo cambio de uso del suelo explicó el 41,3% de la pérdida de superficie cubierta con bosque nativo (6.678 hectáreas)<sup>133</sup>.

Se concluye entonces que la expansión de las plantaciones forestales se ha basado principalmente en la ocupación de terrenos que estaban cubiertos con vegetación nativa, dando lugar a que la actividad de sustitución por plantaciones forestales sea el factor que gatilla la disminución de superficie cubierta con bosque nativo.

### **2.3.2 Indicador**

La actividad que interviene una mayor superficie de recursos vegetacionales nativos del país corresponde a la extracción de bosque y matorral nativo para ser utilizados como combustible, es decir, la corta del recurso para leña. Para estimar la superficie intervenida del recurso debido a esta causa se utilizaron las estadísticas de producción bruta de energía generada a partir de la leña, publicadas por la Comisión Nacional de Energía. Luego, utilizando los coeficientes de extracción de leña determinados por el INFOR<sup>134</sup>, se transformó la energía producida por ésta en toneladas de leña según el tipo de recurso forestal intervenido – bosque y matorral nativo, eucalipto y pino radiata-, y finalmente se llevaron estas toneladas a unidades de superficie.

El cuadro 5.13 muestra los resultados de esta estimación. Entre los años 1992 y 1999 el consumo de madera para leña significó la intervención de un total de 420 mil hectáreas, de las cuales 327 mil (78%) corresponden a recurso vegetacional nativo. De este último, la corta del bosque nativo representa el 82% de la corta, correspondiendo el resto a matorral nativo.

En segundo lugar, y tal como se estableció en secciones anteriores, el principal producto industrial elaborado en base a maderas nativas corresponde a las astillas, por lo que una segunda estimación busca determinar la disminución del bosque nativo por esta causa.

La metodología utilizada se basa en transformar la producción de astillas nativas a hectáreas intervenidas de bosque nativo. Para ello se utilizan coeficientes determinados por el INFOR<sup>135</sup> para el proceso de elaboración de astillas nativas. Además se utiliza como supuesto que en un 65% de la superficie intervenida para producir astillas se aplica el método de intervención silvícola de tala rasa y en el 35% restante el método del floreo<sup>136</sup>. El volumen de astillas extraído de cada unidad de superficie corresponde al estimado por Donoso<sup>137</sup>.

El cuadro 5.14 presenta los resultados en términos de superficie de bosque intervenida, ya sea mediante la

**Cuadro 5.13**  
**Superficie Intervenida por Extracción de Leña (hectáreas)**

<b>Año</b>	<b>Bosque nativo</b>	<b>Matorral nativo</b>	<b>Eucalipto</b>	<b>Pino radiata</b>	<b>Bosque total</b>
1992	30.722	6.720	5.760	4.800	48.003
1993	32.337	7.074	6.063	5.053	50.527
1994	29.970	6.556	5.619	4.683	46.828
1995	32.046	7.010	6.009	5.007	50.071
1996	34.356	7.515	6.442	5.368	53.681
1997	34.201	7.481	6.413	5.344	53.439
1998	36.713	8.031	6.884	5.736	57.364
1999	38.643	8.453	7.246	6.038	60.380

*Elaboración: Fundación Terram en base a información de la Comisión Nacional de Energía, INE e INFOR.*

acción de tala rasa o por el método selectivo. En términos generales la superficie intervenida se ha incrementado directamente con el aumento del nivel de

producción de astillas, de tal forma que en 1995 se llegó a la máxima intervención y desde ese año a la fecha ha disminuido paulatinamente. En total, entre los

años 1991 y 1999, se habrían intervenido más de 100 mil hectáreas por esta causa.

**Cuadro 5.14**  
**Superficie Intervenida por Producción de Astillas**  
**(hectáreas)**

Año	Tala rasa	Selectivo o floreo	Total
1991	7.013	3.776	10.789
1992	6.946	3.740	10.686
1993	9.074	4.886	13.960
1994	8.303	4.471	12.774
1995	10.862	5.849	16.711
1996	7.426	3.999	11.425
1997	7.572	4.077	11.649
1998	5.656	3.046	8.702
1999	3.980	2.143	6.123

*Elaboración: Fundación Terram en base a información del INFOR y de Donoso (1991).*

Los valores estimados se encuentran dentro del rango determinado por distintas fuentes, puesto que según el INFOR en 1992 se habrían intervenido del orden de las 14.200 hectáreas<sup>138</sup>, y de acuerdo al estudio efectuado por investigadores del PRIEN esta cifra alcanzó en 1991 las 26.380 hectáreas<sup>139</sup>. La diferencia se debe a los coeficientes de extracción utilizados, ya que en algunos casos la explotación para astillas es explicada principalmente mediante el floreo y en otros a través de la tala rasa.

### 2.3.3 Valoración económica

El bosque nativo es un ecosistema que ofrece un flujo de bienes y servicios, tanto al ser humano

como al resto de especies de animales y plantas del planeta. Al destruir, sustituir o incidir en la calidad del bosque nativo, se altera el flujo de estos bienes y servicios, y desde una perspectiva económica, se altera el valor que estos bienes y servicios poseen. Por lo tanto, para valorar económicamente la pérdida del bosque nativo se utiliza el concepto de valor económico total subyacente en la biodiversidad ecosistémica del bosque.

Costanza *et al.*<sup>140</sup> estima el valor económico de los servicios que ofrece el bosque nativo templado. Costanza *et al.*, a través de la recopilación de una serie de investigaciones a nivel mundial, estimaron que una hectárea de bosque nativo templado podría valorarse en aproximadamente US\$302 al año<sup>141</sup>.

Esta valoración contempla servicios ecosistémicos tales como: regulación climática, formación de suelos, tratamiento de residuos, control biológico de plagas, recreación, cultural, así como el de la biodiversidad genética y de especies existente en este ecosistema.

**Valor económico de pérdida del bosque nativo**  
**(millones US\$)**

Año	Emanuelli	Lara <i>et al.</i>
1985	87,7	697,9
1986	67,9	624,9
1987	62,9	585,7
1988	78,9	514,2
1989	96	497,8
1990	84,3	478,4
1991	88,4	468,6
1992	74,6	410,2
1993	56,3	376,5
1994	46,5	331,2
1995	36,4	281
1996	27,5	238,6
1997	20,4	192,2
1998	14	146,2
1999	8,6	98,5
Total acumulado 85-99	850,14	5.941,90

*Elaboración: Fundación Terram en base a información de Costanza *et al.**

Para estimar el valor económico de la pérdida del bosque nativo chileno se utilizan datos publicados por Lara *et al.*<sup>142</sup> y Emanuelli<sup>143</sup>, la diferencia en los resultados se debe a la diferencia en las estimaciones del estado y uso del bosque de los autores. De esta manera, utilizando la metodología de Costanza, el valor económico de la disminución de 185 mil hectáreas de bosque, estimado por Emanuelli asciende a US\$850,14 millones en moneda de 1998 entre el período 1985-2000, mientras que el valor económico de la disminución de 694 mil hectáreas, estimado por Lara, es de US\$5.941,9 millones durante el mismo período de análisis.

Es decir, por pérdida del bosque nativo se pierde en promedio US\$56,7 millones al año de acuerdo a la información entregada por Emanuelli, y US\$396,1 millones al año de acuerdo a la información entregada por Lara, lo que representa entre un 42% y 295% del PIB Forestal de 1998.

### **3. CONCLUSIONES**

En 1998 el PIB de la actividad forestal alcanzó los \$951 mil millones (en moneda de 1998) y creció a un ritmo del 5% promedio anual entre los años 1990 y 1998, representando del orden de un 3% promedio del PIB total nacional entre esos mismos años. El subsector más importante corresponde a la industria de muebles, pulpa y papel que aporta aproximadamente la mitad del PIB sectorial.

El abastecimiento de la industria forestal está basado principalmente en la explotación de plantaciones forestales, especialmente pino radiata. Las plantaciones de esta especie se ubican principalmente en la zona centro sur, por lo que los mayores efectos sobre los recursos naturales así como sobre los componentes del medio ambiente se localizan en esta área.

El consumo de maderas nativas se origina de dos demandantes, la producción de leña y la

industria. Un 61% del consumo nacional de madera en trozas utilizado para producir leña proviene de este recurso. A nivel industrial el 68% de la demanda nativa se debe a la actividad astillera.

En 1999 el sector forestal envió al exterior embarques por más de US\$2 mil millones, sobrepasando notoriamente los 870 millones recibidos por este concepto en el año 1990. La industria exportadora que creció a una mayor tasa, fue la productora de celulosa y papel, mientras que la exportación de productos en base a maderas nativas está determinada principalmente por las astillas sin corteza y la madera aserrada.

Durante la década de los 90 las exportaciones se concentraron en unos pocos grupos económicos. En particular destacan el conglomerado empresarial Arauco, del grupo Angelini, y la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones-CMPC. Existe también una creciente concentración de la renta del sector forestal en un menor número de empresas exportadoras.

Como contraparte ambiental del crecimiento de la actividad forestal el recurso natural ha estado sometido a diferentes presiones, las que han llevado a que el bosque nativo se encuentre en una situación crítica, tanto por la disminución en superficie como por el deterioro en calidad debido a su mal manejo. De acuerdo al análisis realizado en este estudio el costo ambiental generado por la pérdida del bosque nativo representa entre el 42% y 295% del PIB del sector forestal.

Adicionalmente, las emisiones generadas por la industria de la celulosa han deteriorado la calidad del aire y de las aguas, y si bien se han realizado mejoras tecnológicas, éstas aún no permiten contrarrestar el daño provocado al medio ambiente y a la salud de las personas.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armesto, J. C. Villagrán y M.K. Arroyo (edit.) 1996. "Ecología de los Bosques Nativos de Chile". Editorial Universitaria.
- Bartelmus, P. 'Accounting for Sustainable Growth and Development' en Structural Change and Economic Dynamics, vol3. N°2.
- Banco Central de Chile. 1995. "Informe de Bosque Nativo".
- Banco Central. 1986. "Matriz Insumo Producto Para la Economía Chilena".
- Banco Central. "Informe Económico y Financiero". Varios Números.
- Banco Central y COCHILCO. 1997 "Cuantificación de los Principales Recursos Minerales de Chile, 1985-1994".
- Bercovich N. y J. Katz (ed.). 1997. "Reestructuración Industrial y Apertura Económica. La Industria de la Celulosa y Papel en Argentina, Brasil y Chile en los Años 90". CEPAL. IDRC. Alianza Editorial. Buenos aires, Argentina.
- Centro de Ingeniería Ambiental de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile. 1999. "Análisis Técnico Económico de la Aplicación de Norma de Emisión que Regula Olores Provenientes de la Industria de la Celulosa".
- Centro Interamericano para el Desarrollo de Ecosistemas Sustentables-ICSED. 1998. "Análisis del Producto Interno Bruto del Sector Pesquero".
- Chile Sustentable. 1999. "Por un Chile Sustentable, Propuesta Ciudadana Para el Cambio". Ediciones LOM. Santiago, Chile.
- Claude, M. 1997. "Una vez más la Miseria. ¿Es Chile un País Sustentable?". Ediciones LOM. Santiago, Chile.
- Claude, M., J. Oporto, C. Ibañez, L. Brieva, C. Espinosa y M. Arqueros. 2000. "La Ineficiencia de la Salmonicultura en Chile. Aspectos Sociales, Económicos y Ambientales". Fundación Terram y Terra Australis. Registro de Problemas Públicos. Informe N° 1.
- Claude M. y Rodrigo Pizarro: "Indicadores de Sustentabilidad y de Contabilidad Ambiental para el caso chileno", en Sunkel (editor), Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Chileno, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Programa de Desarrollo Sustentable, Universidad de Chile, 1996.
- COCHILCO. 1998. "Estadísticas del Cobre y Otros Minerales: 1988-1997".
- COCHILCO. "Anuarios de la Minería". 1990-1999.
- CONAF-CONAMA. 1997. "Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Resultados Finales Síntesis".
- CONAF-CONAMA. 1999. "Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Monitoreo de Cambios".
- CONAMA. 1997a. "Análisis General del Impacto Económico Social. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillados".
- CONAMA. 1997b. "Análisis General del Impacto Económico Social. Anteproyecto de Norma para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales".
- CONAMA. 1998. "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, 1997".
- CONAMA. 1999a. "Análisis General del Impacto Económico y Social. Anteproyecto de Norma de Emisión para Compuestos Fétidos Asociados a la Fabricación de Pulpa Sulfatada".
- CONAMA. 1999b. "Antecedentes Para la Política Nacional Sobre Gestión Integral de Residuos".
- CONAMA. 1999c. "Estudio de la Calidad del Aire en Regiones Urbano-Industriales de Chile".
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton y M. van der Belt. "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital". Revista Nature, may 15 of 1997.
- Donoso, P. 1991. "Factores de Extracción en Bosque Nativo". Informe Interno CODEFF.
- Emanuelli, P. 1996. "Bosque Nativo, Antecedentes Estadísticos 1985-1994". CONAF.
- Escobar, P. y D. López. 1996. "El Sector Forestal en Chile. Crecimiento y Precarización del Empleo". Colección Estudios Sectoriales. Programa de Economía del Trabajo-PET.
- Focant, J. y E. De Pauw. "Las Dioxinas". Revista Mundo Científico, N° 206, noviembre 1999.

## Informe de Recursos 1990-1999

- Gómez-Lobo, A. 1990. "Desarrollo Sustentable en el Sector Pesquero Chileno. Una Aplicación de la Metodología de Contabilidad de Recursos Naturales". Tesis para optar al título profesional de ingeniero comercial con mención en economía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Economía.
- Greenpeace. 1992. "El Papel. Su Impacto sobre el Medio Ambiente".
- Hernández E. 1997. "Estudio de Productividad y Rentabilidad de Especies Nativas". Convenio CONAF/GTZ. Proyecto Manejo Sustentable de Bosque Nativo.
- IFOP. Noviembre 1999a. "Informe Final. Investigación Evaluación del Stock de Sardina y Anchoqueta V-X Región, 1999".
- IFOP. Noviembre 1999b. "Informe Final. Investigación Evaluación del Stock de Sardina y Anchoqueta V-X Región, 1999".
- IFOP. Noviembre 1999c. "Informe Final. Investigación CTP de Merluza Común".
- IFOP. Noviembre 1999d. "Informe Final. Investigación CTP Congrio Dorado".
- INE. "Censo Agropecuario". Años 1955, 1976 y 1997.
- INE-CONAMA. 1999 "Estadísticas del Medioambiente: 1994-1998".
- INFOR-CONAF. 1992. "Caracterización de la Industria de las Astillas en Chile". Boletín Estadístico N° 28.
- INFOR-CORFO. 1994. "Evaluación del Consumo de Leña en Chile 1992". Informe Técnico N° 30. Santiago, Chile.
- Lara, A., V. Sandoval, C. Prado, G. Cruz, Y. Martínez y P. Añazco. 1995. "Determinación de Stocks de Bosque Nativo". Banco Central y Universidad Austral de Chile.
- Liverman, P, M. E Hanson, B.J. Brown, R.W. Meredith, Jr (1988) 'Global Sustainability: Towards Measurement' en Environmental Management Vol 12., N°2
- Opschoor, H. Reijnders, L. 'Towards Sustainable Development' en Kuik et al 'In Search of Indicators of Sustainable Development 1991.
- Ostro, B., J.M. Sánchez y S. Valdés. 1998. "Los Efectos en Salud de la Contaminación Atmosférica por PM10 en Santiago" Centro de Estudios Públicos, N° 69.
- Pearce, D. y Turner, 1992 'Environmental Economics', Earthscan, Londres.
- PRIEN. 1996. "Costos de Mitigación de las Emisiones Contaminantes de la Industria Minera, Pesquera y Forestal". Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Repetto, R. et al. 1989. "Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts". World Resources Institute. Washington, USA.
- Repetto, R. Wells, M. Beer, C & Rossini, F. 1989, Natural Resource Accounting for Indonesia WRI, Washington.
- SISS. 1993. "Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos".
- SISS. 1998. "Actualización del Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos del Año 1992". Elaborado para la SISS por Figueiredo Ferraz Consultoría e Ingeniería de Proyecto Ltda.
- Subsecretaría de Pesca. 1999. "Proyecto Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral 1999. Informe Final Demersal Sur Austral".
- Subsecretaría de Pesca. Mayo 2000a. "Informe Técnico (R. Pesq.) N° 28. Veda de Reclutamiento de Jurel, I-II Regiones".
- Subsecretaría de Pesca. Mayo 2000b. "Informe Técnico (R. Pesq.) N° 36. Cuota Global Anual de Captura de Merluza del Sur en el Área al Norte del Paralelo 41°28,6' LS".
- Universidad de Chile. 2000. "Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 1999". Centro de Análisis de Políticas Públicas.
- UNSTAT, NU, New York, 1970 'Un Sistema de Cuentas Nacionales'
- UNSTAT, NU, New York, 1993, Integrated Environmental and Economic Accounting.
- Varela, S. 1992. "Las Celulosas y el Cáncer".
- Vidal, G. y S. Videla. 1996. "Compuestos Organoclorados en Residuos Líquidos. Efecto de la Inserción Global en la Industria de Celulosa Chilena". Universidad de La Frontera.
- Wautiez, F. 1999. "Impactos Ambientales de la Liberalización del Comercio en el Sector Minero". Tesis de Grado. Universidad Bolivariana.

## VII. NOTAS

### I. INTRODUCCIÓN

<sup>1</sup> Esta sección está basado en Claude y Pizarro, 1996

<sup>2</sup> Ver Pearce y Turner, para una discusión detallada

<sup>3</sup> Repetto, R et al (1989)

<sup>4</sup> Liverman et al (1988)

<sup>5</sup> Opschoor, Reijnders (1991)

<sup>6</sup> Ver Claude y Pizarro para una discusión detallada.

### II. EXTERNALIDADES DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA

<sup>7</sup> Estimaciones posteriores de la CONAMA (Auditoría del plan de prevención y de descontaminación atmosférica de la Región Metropolitana) concluyeron que la responsabilidad de esta fuente fue sobreestimada y que en la práctica no debería ser mayor al 50%.

<sup>8</sup> Con el fin de mejorar este inventario, la CONAMA y la Universidad de Chile están realizando una reevaluación del inventario, el que aún está en proceso de borrador y sus resultados provisorios muestran un desglose similar al de 1997. Las principales diferencias las constituyen las emisiones de NOx, donde baja la asociatividad a las fuentes fijas de 25% a 13,6% y de “otras fuentes” de 4,4% a 2,7% y aumenta la participación de fuentes móviles de 70% a 83%, mientras que en las emisiones de SO<sub>2</sub> sube la participación de las fuentes fijas de 80% a 88% en tanto que “otras fuentes” disminuyen de 4,6% a 1,2% y las fuentes móviles se reducen de 15% a 11% (Auditoría del plan de prevención y de descontaminación atmosférica de la Región Metropolitana).

<sup>9</sup> Se supone que las emisiones provenientes de las otras fuentes permanecen constantes.

<sup>10</sup> Basado en “Estudio de la calidad del aire en regiones urbano-industriales de Chile” financiado por COSUDE (Agencia de cooperación Suiza para el desarrollo) y finalizado este año. CONAMA.

<sup>11</sup> Estos estudios involucran un número importante de supuestos, entre los que se encuentran que los efectos medidos se refieren a efectos agudos en salud (corto plazo) y no a efectos crónicos (largo plazo), no porque estos últimos no sean importantes, sino porque la evidencia científica disponible no permite, por el momento, considerarlos de manera cuantitativa. Las funciones dosis-respuesta utilizadas se aplicaron por simplicidad de forma lineal, lo que implica que si las funciones no son lineales, los efectos sobre la salud estarían subestimados. Por último se debe tomar en cuenta que las consideraciones estadísticas de los estudios epidemiológicos no implican causalidad, por muy fuertes que sean las asociaciones.

<sup>12</sup> Fuente: Revisión de normas primarias de calidad del aire para SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> y PTS. CONAMA.

<sup>13</sup> El estudio utilizado para estimar los efectos del PM10 en salud fue tomado de “Los efectos en la salud por la contaminación atmosférica de PM10 en Santiago” de José Miguel Sánchez, Sebastián Valdés y Bart D. Ostro. (Estudios Públicos n°69. CEP. 1998)

<sup>14</sup> Este método considera a las personas como unidades de capital humano que producen bienes y servicios para la sociedad, el enfoque supone que el valor de cada unidad de capital humano es equivalente

al valor presente de los ingresos que el individuo hubiese generado de no haber muerto en forma prematura. Cabe hacer notar que este método subestima los valores de las verdaderas disposiciones a pagar por la vida

<sup>15</sup> Se entiende por residuo industrial como “todo aquel residuo sólido o líquido, o combinación de ambos, proveniente de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a residuos domésticos”.

<sup>16</sup> Las estadísticas de solicitud de recepción de R.I.S manejadas por el SESMA están completas sólo para los años 1998 y 1999. Existe sin embargo, un estudio encargado por la institución, realizado en 1996, llamado “Estudio del plan maestro sobre manejo de residuos sólidos industriales de la Región Metropolitana” cuyo fin fue identificar la generación y disposición de R.I.S para formular un plan maestro de tratamiento de residuos para el año 2010.

<sup>17</sup> Estos valores están actualizados a 1999.

<sup>18</sup> Ambas cifras no son directamente comparables, pues las estadísticas de IMACEC se realizan a partir de información de carácter nacional, sin embargo y dado que estos están ampliamente influidos por la realidad de Santiago se harán dichas comparaciones.

<sup>19</sup> Se denomina residuo industrial líquido (RIL) a la contaminación que sufren los cursos de agua.

<sup>20</sup> Se entiende como plaguicida, según la FAO, a “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causen perjuicio o que interfieren de cualquier forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, maderas y sus productos o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos”. La contaminación que estos productos generan puede transmitirse del aire con los polvos de los plaguicidas o solventes evaporados; por el agua debido a derrames y corrientes de lavado; y por el suelo también por derrames y disposición inadecuada de residuos sólidos. Estos productos si son mal manejados pueden generar contaminación en los ambientes de trabajo en donde son manipulados o en general en el ambiente que rodea las zonas de manipulación, cuando hay exposición directa puede haber penetración del plaguicida por vía dérmica, oral o respiratoria.

<sup>21</sup> La producción agrícola considera los cultivos, hortalizas y flores, huertos industriales y viñedos. (ODEPA).

### III. SECTOR MINERO

<sup>22</sup> Suponiendo una tasa de descuento del 9% y una viabilidad económica de las reservas del 50%, moneda en pesos de 1998.

<sup>23</sup> Compendio de la Minería, 1998. SERNAGEOMIN

<sup>24</sup> Estadísticas del Cobre y Otros Minerales. SERNAGEOMIN, Comité de Inversión Extranjeras. Informe Económico y Financiero, Banco Central.

<sup>25</sup> Boletín Económico y Financiero. Banco Central

<sup>26</sup> Boletín Económico y Financiero. Banco Central

<sup>27</sup> Anuario de Cuentas Nacionales. Banco Central.

<sup>28</sup> La estimación de la estructura del valor agregado para el período 1997-1999 se realizó actualizando por IPC la depreciación y los impuestos. Las remuneraciones se obtuvieron de los anuarios de la minería de

SERNAGEOMIN, y el valor agregado se obtuvo de los anuarios de cuentas nacionales publicados por el Banco Central y el excedente de producción para cada año se calculó por diferencia.

<sup>29</sup> Estadísticas del Cobre y Otros Metales 1990-1999. SERNAGEOMIN

<sup>30</sup> Las estadísticas de inversión se analizan en este documento a partir de la información proporcionada por tres fuentes; el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el Comité de Inversiones Extranjeras y la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA).

<sup>31</sup> Indicadores Mensuales. INE

<sup>32</sup> Una Vez más la Miseria, Marcel Claude. 1997

<sup>33</sup> Valores expresados en moneda de 1998.

<sup>34</sup> Valores expresados en moneda de 1998.

<sup>35</sup> Principales residuos generados por la minería

- Relaves: Son los residuos que están compuestos por una suspensión fina de sólidos (mezcla de 50% en peso sólido y 50% de agua), constituidos fundamentalmente por el mismo material presente in-situ en el yacimiento, al cual se le ha extraído la fracción con mineral valioso. Los relaves son conducidos en forma de pulpa hacia los depósitos llamados tranques de relaves, los que están diseñados para permitir la decantación de los sólidos en suspensión, y dependiendo de la faena, se pueden recircular la fase líquida al proceso o descartarla, ya sea a través de evaporación, evapotranspiración, descarte a cursos de agua o infiltración.
- Escoria: Es el residuo producido durante la etapa de fundición de concentrados de cobre. Las escorias fijan principalmente el fierro y otros metales presentes en el concentrado, las escorias son retiradas desde los hornos y dispuestas en vertederos.
- Estéril o lastre: Son desechos que se generan en grandes cantidades del yacimiento y que a lo más han pasado por el proceso de chancado antes de su disposición. Estos residuos provienen de todos aquellos sectores del yacimiento cuyo contenido de mineral valioso es muy bajo, pero es necesaria su remoción para la producción de mineral más rico.
- Minerales de baja Ley: Se acopian toneladas de él a fin de un probable procesamiento futuro.
- Desmontes de minas subterráneas: La construcción de galerías, piques y rampas para acceder a las minas subterráneas generan desechos estériles cuando hay que desmontarlas, estos desechos se disponen ya sea dentro o fuera de los yacimientos.
- Residuos sólidos industriales (RISES): Dentro de este tipo de residuos se pueden mencionar la chatarra, neumáticos, baterías que son generados por el equipamiento minero.

<sup>36</sup> Chile Sustentable, 2000.

<sup>37</sup> Proceso de separación de una o más sustancias solubles presentes en un compuesto no soluble.

<sup>38</sup> Superintendencia de Servicios Sanitarios

<sup>39</sup> Universidad de Chile, 2000

<sup>40</sup> Universidad de Chile, 2000

#### IV. SECTOR PESQUERO

<sup>41</sup> Informe País, 2000.

<sup>42</sup> En moneda de 1998.

<sup>43</sup> Clasificación utilizada por el Banco Central, el Instituto Nacional de Estadísticas-INE y el Comité de Inversiones Extranjeras, entre otros.

<sup>44</sup> La primera, incluye la pesca comercial de altura, litoral, costera y en estuarios, incluida la que efectúan los barcos-factoría y las flotas que se dedican a la pesca y a la elaboración del producto de la misma. Comprende la presa o captura de peces, crustáceos y moluscos; la caza de focas; la recolección de algas no cultivadas, conchas, perlas, ostras, almejas, langostas, cangrejos, mariscos, esponjas, tortugas y otros productos de alta mar y de aguas costeras. Los barcos-factoría que se dedican únicamente a la elaboración de pescado y que pueden considerarse como establecimientos aislados, se clasifican en el grupo 3114, categoría que es definida más adelante. La segunda clasificación, la pesca no especificada, corresponde a la captura de peces y recolección de plantas acuáticas silvestres en aguas interiores, con objeto de destinarlos al mercado; explotación de criaderos o viveros de peces, de criaderos de ranas y de peces de colores, de bancos y criaderos artificiales de ostras comestibles y de bancos de ostras para la producción de perlas cultivadas. También se incluyen los servicios de pesquerías a base de honorarios o por contrata.

<sup>45</sup> La primera clasificación abarca el proceso de salar, secar, deshidratar, ahumar, curar, conservar en salmuera y vinagre, envasar o congelar rápidamente pescado, camarones, ostras, almejas, cangrejos y otros productos marinos. Se incluyen las sopas y especialidades de pescado y de productos marinos y los barcos-factoría que se dedican a la elaboración de pescados y productos marinos únicamente, cuando se pueden considerar como establecimientos separados. La conservación en hielo, salazón, preparación en filetes y elaboración de la pesca y de otros productos marinos a bordo de los pesqueros y barcos-factoría, salvo la excepción descrita anteriormente, se clasifican en la pesca extractiva. En la segunda clasificación, la fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, se incluye entre otras actividades la extracción de aceite de pescado y otros animales marinos y la producción de harina de pescado, no obstante ésta es la actividad más importante de este sector industrial.

<sup>46</sup> Centro Interamericano para el Desarrollo de Ecosistemas Sustentables (1998).

<sup>47</sup> Se incluye la producción de harina y aceite de pescado, congelados, conservas, fresco-enfriados, alga seca, surimi, salado húmedo, colagar, carragenina, agaragar, pellets, ahumado, alginato, cocido, salado seco y deshidratado.

<sup>48</sup> Categoría que a su vez incluye especies como el erizo, el piure y el pepino de mar.

<sup>49</sup> Este valor se obtuvo al considerar el código 3114 de la CIU Rev. 2.

<sup>50</sup> Este valor se obtuvo al considerar el código 3115 de la CIU Rev. 2.

<sup>51</sup> Este valor se obtuvo al considerar el código 1512 de la CIU Rev. 3.

<sup>52</sup> Incluye los proyectos clasificados bajo la letra n del art. 10 de la Ley 19.300, n.1: proyectos de explotación intensiva de recursos hidrobiológicos; n.2: cultivo de recursos hidrobiológicos; y n.3: plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos.

<sup>53</sup> Entre los años 1993 y 1995 el sector pesquero no registra presentaciones de proyectos al SEIA.

<sup>54</sup> La presentación de un EIA –y no de una DIA- queda supeditada a aquellos proyectos o actividades que generen o presenten algún efecto significativo sobre el medio ambiente o sobre la población.

<sup>55</sup> A partir del año 1995 este código agrupa la mayor parte de las actividades industriales pesqueras.

<sup>56</sup> El VA o Producto Interno Bruto (PIB) corresponde a la suma anual de todos los ingresos generados por la economía, en este caso, por un sector de ella.

<sup>57</sup> Gómez-Lobo (1990).

<sup>58</sup> Los resultados de este informe fueron publicados por el diario La Nación en agosto de 1996.

<sup>59</sup> Universidad de Chile (2000).

<sup>60</sup> Publicada en el Diario Oficial el 21 de enero de 1992.

<sup>61</sup> El estado de plena explotación corresponde a “aquella situación en que la pesquería llega a un nivel de explotación tal que, con la captura de las unidades extractivas autorizadas, ya no existe superávit en los excedentes productivos de la especie hidrobiológica”.

<sup>62</sup> Pesquería en recuperación es “aquella pesquería que se encuentra sobre explotada y sujeta a una veda extractiva, de a lo menos tres años, con el propósito de su recuperación, y en las que sea posible fijar una cuota global anual de captura”.

<sup>63</sup> Pesquería en recuperación es “aquella pesquería que se encuentra sobre explotada y sujeta a una veda extractiva, de a lo menos tres años, con el propósito de su recuperación, y en las que sea posible fijar una cuota global anual de captura”.

<sup>64</sup> Pesquería incipiente corresponde a “aquella pesquería demersal o bentónica sujeta al régimen general de acceso, en la cual se puede fijar una cuota global anual de captura...”.

<sup>65</sup> IFOP (1999a).

<sup>66</sup> Subsecretaría de Pesca (2000a).

<sup>67</sup> La primera regulación aplicada en la pesquería de jurel se promulgó en 1981, con el propósito de establecer una talla mínima de captura de 26 cm lh. En 1986 se limitó el acceso en la I, II y VIII regiones. Posteriormente a inicios de la década de los noventa la Ley General de Pesca y Acuicultura declaró a esta pesquería en estado y régimen de plena explotación y cerrado su acceso en la I y II regiones y entre la V y IX regiones, extendiéndose luego el régimen de plena explotación entre la I y X regiones. Desde el año 1997 se han aplicado vedas biológicas al recurso entre la III y X regiones con el objeto de proteger los procesos de desove y de reclutamiento del recurso.

<sup>68</sup> IFOP (1999b).

<sup>69</sup> Se considera la aplicación de vedas biológicas de reclutamiento o reproductiva, abarcando a la vez los distintos límites geográficos en donde son implementadas.

<sup>70</sup> IFOP (1999c).

<sup>71</sup> Subsecretaría de Pesca (2000b).

<sup>72</sup> Subsecretaría de Pesca (1999).

<sup>73</sup> IFOP (1999d).

<sup>74</sup> El Precio Neto de un recurso natural, corresponde a una aproximación del valor de mercado del recurso in situ. El cálculo de este precio se hace siguiendo la metodología propuesta por Repetto *et al.* (1989).

<sup>75</sup> La estimación del valor del recurso en sí se obtiene a partir del valor agregado del subsector pesca extractiva. Al dividir este valor agregado por el total de capturas obtenidas por el sector pesquero, se obtiene el valor agregado por tonelada de recurso extraído.

Posteriormente, a este valor se le aplica un coeficiente que permite extraer del valor agregado el excedente de operación, que corresponde precisamente al valor económico que alcanza el recurso en el mercado. En este caso se utiliza el coeficiente estimado por el Banco Central en la Matriz Insumo Producto (MIP) de 1986.

<sup>76</sup> Para realizar la valoración del capital se asume un costo alternativo de oportunidad del 12%, y se aplica este porcentaje a la valoración económica de la flota existente en el sector, la cual fue estimada a partir de la relación K/PIB, coeficiente que para el período 1990-1996 alcanzó un valor de 2,2, pero dada la sobre inversión que presenta el sector se asume un valor de  $K/PIB = 3$ . De esta forma se calcula el retorno exigido, el cual se divide por las capturas registradas para obtener el costo de capital por tonelada desembarcada. Al restar del valor neto el retorno exigido al capital por tonelada desembarcada se estima el precio neto final del recurso.

<sup>77</sup> En este caso se consideran los cambios en los stocks de biomasa para las principales especies desembarcadas por el sector pesquero: anchoveta, jurel, sardina común y española, merluza común y austral y congrio dorado.

<sup>78</sup> PRIEN (1996).

<sup>79</sup> PRIEN (1996).

<sup>80</sup> Claude *et al.* (2000).

<sup>81</sup> Para el período 1994-1999 se mantuvieron los coeficientes obtenidos por los investigadores del PRIEN para el año 1993.

<sup>82</sup> Otros impactos ambientales provocados por el desarrollo de esta actividad en Chile pueden ser revisados en el documento de Claude *et al.* (2000).

<sup>83</sup> Claude *et al.* (2000).

<sup>84</sup> El factor de conversión corresponde a la relación existente entre la cantidad de alimento consumida por unidad producida de salmón.

## V. SECTOR FORESTAL

<sup>85</sup> La primera comprende la explotación de bosques; operación de viveros forestales; plantación, repoblación y conservación de bosques; recolección de productos no cultivados; producción de carbón vegetal; y servicios forestales diversos; y la segunda incluye la producción de madera para aserrar, para pulpa, para chapas y tableros, y la producción de maderas para postes, puntales de minas, estacas, tejuelas, fósforos, etcétera.

<sup>86</sup> La primera clasificación incluye a la Industria de la madera (código 3310), representada por las siguientes actividades: aserraderos de maderas provenientes de bosques nativos o de plantaciones, barracas, elaboración de tableros y chapas, fabricación de otros productos de madera y corcho, y fabricación de envases de madera; y a la Fabricación de muebles de madera (código 3320), donde se incluye todo tipo de muebles de distintos usos, siempre que sean elaborados principalmente de madera. La segunda clasificación comprende la Fabricación de papel y productos de papel (código 3410) que reúne a las actividades de producción de celulosa por medio de procedimientos mecánicos y/o químicos, como también de todos los productos de papel y cartón que de ella provengan; y las Imprentas y editoriales (código 3420).

<sup>87</sup> Escobar, P. y D. López (1996).

<sup>88</sup> La Silvicultura y extracción incluyen todas las actividades relacionadas con el establecimiento y manejo del bosque, así como también las

acciones correspondientes a la etapa de extracción del producto; la Manufactura forestal primaria reúne al conjunto de actividades relacionadas con la conversión química, mecánica o mixta de los productos extraídos del bosque, principalmente madera en trozas. Los productos resultantes, en general, mantienen la condición de bien intermedio, sirviendo de insumo a otros procesos productivos (manufacturas forestales secundarias). En específico, se trata de la producción de pulpa y papel, aserrío, tableros y chapas, etcétera; la Manufactura forestal secundaria recibe algunos de los productos de la manufactura forestal primaria, entrega como resultado de su proceso productivo, tanto bienes de uso final, como los que serán reutilizados constituyendo bienes de consumo intermedio. En específico se trata de maderas dimensionadas (barracas); la Manufactura forestal terciaria produce bienes de consumo final a partir de productos secundarios, lo más representativo de este tipo de industrias lo constituyen las imprentas y los muebles de madera; los Servicios forestales se encuentran vinculados a todas las actividades antes mencionadas y se reconocen dentro de dos categorías; los servicios directos y los indirectos. Los primeros comprenden el transporte, comercio e investigación de mercado, financiamiento, seguros, arriendo, asesorías, capacitación, publicidad, comunicaciones y almacenamiento. Los segundos corresponden a las labores de investigación, educación, infraestructura y construcción; y la Construcción, ya sea en madera o principalmente en madera.

<sup>88</sup> Este PIB es calculado por el Instituto Forestal-INFOR, e incluye el aporte de la silvicultura y extracción, la industria de la madera y la industria de muebles, pulpa y papel.

<sup>89</sup> Este índice es estimado por el Instituto Forestal-INFOR, desde 1993, y pondera los siguientes rubros: pulpa, madera aserrada, tableros y papel para periódico, con base: promedio 1992 = 100.

<sup>90</sup> Este índice es calculado por el Instituto Nacional de Estadísticas-INE, y excluye la fundición y refinación de cobre, con base: promedio 1989 = 100.

<sup>91</sup> INFOR-CORFO (1994).

<sup>92</sup> Se incluye entre 1990 y 1994 el código 341 de la CIIU Rev. 2 y entre 1995 y 1997 el código 210 de la CIIU Rev. 3.

<sup>93</sup> De los diez proyectos forestales que han sido aprobados por la CONAMA destacan en particular, por su magnitud y por el conflicto de intereses que surgió en torno a cada uno de ellos, el proyecto Río Cóndor, Cascada Chile y Celco Valdivia. Estos proyectos actualmente no han comenzado su fase de construcción –debido a variables económicas del mercado, falta de algunos permisos o por la existencia de recursos legales que aún no se han resuelto en los tribunales- o si lo han hecho, las operaciones son a baja escala. Con respecto al sector productor de celulosa, cabe señalar que en 1988 se terminó la ampliación de la fábrica de celulosa Laja de la CMPC, luego en 1989 se concluyó de ampliar y modernizar la planta de Celulosa Arauco I, y entre 1989 y 1990 se amplió la planta de celulosa Constitución, de propiedad de Arauco. Posteriormente, entre 1991 y 1992 se inauguraron tres nuevas plantas de celulosa (Arauco II, Santa Fe y Pacífico), y en 1994 entró en funcionamiento la planta de Celulosa Licancel. Estas inversiones significaron, en conjunto, un total de US\$1,9 mil millones (Bercovich N. Y J. Katz, 1997). Más recientemente, una de las últimas megainversiones realizadas,

correspondió a la que dio origen a la Celulosa del Pacífico S.A., con un total comprometido de US\$587 millones.

<sup>94</sup> En la industria de la madera y fabricación de muebles (código 33 de la CIIU, Rev.2) entre 1995 y 1997 la remuneración media por empleado se incrementó en un 23,8% promedio anual. En el caso de la fabricación de pulpa de madera, papel y cartón las remuneraciones medias aumentaron en un 20,9% promedio anual entre 1990 y 1997. Finalmente, en 1997 el pago promedio de remuneraciones fue de \$258 y \$583 mil mensuales en la industria de la madera, papel y cartón respectivamente.

<sup>95</sup> Parámetro que determina la cantidad de halógenos con capacidad para formar parte de enlaces orgánicos de acuerdo con la norma alemana (DIN 39-409).

<sup>96</sup> En el recuadro 4.2 del anexo IV se entregan más antecedentes acerca de los efectos de estos compuestos, y en el cuadro 4.5 del mismo anexo se enumeran algunos de los organoclorados presentes en los vertidos de las fábricas de pasta de papel que utilizan sistemas de blanqueo con cloro y los posibles efectos que pueden producir

<sup>97</sup> Parámetro que determina la capacidad del vertido para consumir oxígeno, cuando es arrojado a las aguas receptoras, como resultado de los procesos de degradación biológica de la materia orgánica que contiene. Un excesivo consumo de oxígeno es perjudicial para el medio ambiente ya que reduce la concentración de oxígeno disuelto en agua de modo que no se puede desarrollar la vida acuática.

<sup>98</sup> PRIEN (1996).

<sup>99</sup> Sulfuro de hidrógeno, mercaptano de metilo, sulfuro de dimetilo y disulfuro de dimetilo.

<sup>100</sup> Centro de Ingeniería Ambiental de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile (1999).

<sup>101</sup> Parámetro que mide la cantidad de partículas que se encuentran en suspensión en el agua. Una carga demasiado grande de sólidos en suspensión trae como consecuencia la desaparición de la vida acuática por obstrucción de las agallas en los peces o la supresión de las funciones de la fotosíntesis, al impedir el paso de los rayos de sol, en el caso de la vegetación.

<sup>102</sup> Al igual que en el caso pesquero, esta estimación se realizó sobre la base del estudio elaborado por el PRIEN de la Universidad de Chile.

<sup>103</sup> De acuerdo a otra estimación las emisiones de riles en 1985 habrían alcanzado las 21 mil toneladas de BDO<sub>5</sub> y 12 mil toneladas de SS, mientras que en 1999 se habrían emitido más de 57 mil y 33 mil toneladas de BDO<sub>5</sub> y SS, respectivamente (WHO, 1984).

<sup>104</sup> Para determinar el consumo de agua se utilizan los resultados obtenidos por el PRIEN (1996).

<sup>105</sup> Esta estimación utiliza los coeficientes de emisión calculados por el PRIEN (1996).

<sup>106</sup> SISS (1993).

<sup>107</sup> SISS (1998).

<sup>108</sup> Otros estudio en el tema fueron realizados por la Unidad de Economía Ambiental de la CONAMA (1997a y 1997b), la cual estima que la industria elaboradora de pulpa de madera, papel y cartón debería invertir un monto de \$574,4 millones por concepto de costo anual de tratamiento de los efectos que ocasionan las descargas de riles a sistemas de alcantarillados, mientras que la fabricación de pulpa de madera debería invertir un total de US\$27,2 millones al año como costo de abatimiento de los impactos provocados por la DBO<sub>5</sub> y de US\$517 mil por año en lo que respecta a la descarga de SS a aguas superficiales.

Posteriormente, la CONAMA (1999a) estima que el valor presente neto de los costos de descontaminación y monitoreo de las emisiones de TAR para cumplir con la futura normativa, varía entre US\$14,9 y 22,9 millones (en moneda de 1997) según el escenario considerado. Por otro lado, el Centro de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica estimó que el costo económico en que la industria de la celulosa debería incurrir para cumplir con la norma relativa a emisión de olores, varía entre US\$6,5 a 39,9 millones de acuerdo al escenario considerado.

<sup>109</sup> Para ello se considera que la inversión en la que se debería incurrir, si se quisiera llegar a la norma de contaminación de TAR para gases y de SST en riles, es de US\$102 millones, los cuales anualizados a una tasa del 12% en un período de 20 años más los respectivos costos de mantención resulta en un valor anual de US\$18,8 millones.

<sup>110</sup> De acuerdo al catastro efectuado por la CONAMA y CONAF (1997) en 1994 existían un total de 13,4 millones de hectáreas cubiertas con bosque nativo.

<sup>111</sup> INE (1955, 1976 y 1997).

<sup>112</sup> En particular entre 1976 y 1997 los bosques naturales y montes disminuyeron en un 53,3% en la VIII región y en un 23,9% en la X región.

<sup>113</sup> Banco Central de Chile (1995).

<sup>114</sup> Bajo un escenario definido por el mismo estudio como optimista desde el punto de vista de la superficie afectada.

<sup>115</sup> Emanuelli (1996).

<sup>116</sup> Incluyendo el bosque nativo adulto, renoval, bosque nativo adulto-renoval y bosques achaparrados.

<sup>117</sup> CONAF-CONAMA (1999).

<sup>118</sup> No integra áreas no reconocidas y errores de mapas del año 1994.

<sup>119</sup> La mayor parte de esta superficie corresponde a renoval nativo (94,5%), y el resto se reparte entre bosque nativo adulto, bosque nativo adulto-renoval y bosques achaparrados. Además en 35 de las 49 comunas de la región el bosque nativo presentó una disminución en superficie, e incluso en 6 de ellas esta pérdida superó las 800 hectáreas. Las comunas más afectadas son Tomé, en donde se ha perdido el 32,8% del recurso nativo comunal, y Laja y Quirihue, con una pérdida del 19 y 18% respectivamente.

<sup>120</sup> No integra áreas no reconocidas y errores de mapas del año 1994.

<sup>121</sup> De este total el 63,2% (11.433 hectáreas) se debe a una disminución en la superficie de renovales y el 26,6% en la de bosque nativo adulto. A nivel comunal en 25 de las 29 comunas monitoreadas se registraron pérdidas en la superficie de bosque nativo, destacando la situación de Fresia con una disminución del 5% de este recurso, y Corral y Calbuco con una pérdida del 4,1 y 3,5% respectivamente.

<sup>122</sup> Intervención mediante cortas parciales extrayendo los mejores árboles de las especies más valiosas, lo que se traduce en un deterioro de la calidad maderera y del potencial productivo del bosque.

<sup>123</sup> Emanuelli (1996).

<sup>124</sup> Lara *et al.* (1995).

<sup>125</sup> Se incluyen la tala rasa, el árbol semillero, el monte bajo y medio, y la sustitución con especies exóticas.

<sup>126</sup> Entre las consecuencias de dichas actividades se incluye una pérdida de suelo que varía entre 2 a 4 ton/ha/año por efecto de

construcción de caminos y de hasta 3 ton/ha/año por el uso del fuego. La compactación del suelo puede llegar incluso a un 70% dependiendo del tipo de extracción y cosecha que se utilice, mientras que la habilitación para agricultura puede producir pérdidas de hasta un 60 y 70% de nitrógeno y fósforo respectivamente.

<sup>127</sup> Costanza *et al.* (1997).

<sup>128</sup> Armesto *et al.* (1996).

<sup>129</sup> INFOR-CORFO (1994).

<sup>130</sup> Banco Central de Chile (1995).

<sup>131</sup> Bajo un escenario optimista.

<sup>132</sup> Emanuelli (1996).

<sup>133</sup> Estas cifras corresponden a la dirección del cambio estimada por los investigadores, luego de realizar las correcciones a cartográficas a la información recolectada.

<sup>134</sup> INFOR-CORFO (1994).

<sup>135</sup> INFOR-CONAF (1992).

<sup>136</sup> Este supuesto se basa en antecedentes recopilados y en la consulta a expertos.

<sup>137</sup> Donoso (1991).

<sup>138</sup> INFOR-CONAF (1992).

<sup>139</sup> PRIEN (1996).

<sup>140</sup> Costanza *et al.* (1997).

<sup>141</sup> En dólares de 1994.

<sup>142</sup> Citado en Universidad de Chile (2000).

<sup>143</sup> Emanuelli (1996).